

# Bestimmung der mittleren Zufuhrdistanz für die Beistellung des Strassendeckstoffes

von den Materialplätzen auf die zu beschotternden Strassenstrecken.

Von G. Rebhann.

Die alljährig wiederkehrende Nothwendigkeit der Beschotterung der Strassen zur Erhaltung derselben in fahrbarem Zustande, in Verbindung mit der Erfahrung, dass die Kosten dafür fast immer den grössten Theil der Strassenconservationsauslagen betragen, begründet die Ursache, warum derlei Kostenberechnungen für die Beistellung des Deckstoffes, insbesondere auf die besser zu pflegenden Aerarialstrassen, die grösste Genauigkeit erfordern, daher vor Allem die sorgfältigste Erhebung der Calcülelemente und deren geeignete Benützung voraussetzen.

Zu diesen Elementen gehören vorzugsweise auch jene für die Bestimmung der sogenannten mittleren (vergleichen, durchschnittlichen) Zufuhrdistanzen, von denen hier namentlich die Rede sein soll, in der Absicht, den diesfälligen Regeln nicht nur eine weitere Verbreitung zu geben, sondern dieselben auch in geeigneter Weise zu vervollständigen.

Ist die Strassenstrecke  $AB$  aus dem Materialplatze  $M$  zu beschottern, so sind bezüglich der Lage der Einmündung des Zufahrtsweges in die Strasse die hier durch Zeichnung ersichtlich gemachten zwei Fälle möglich.

Fig. 1.

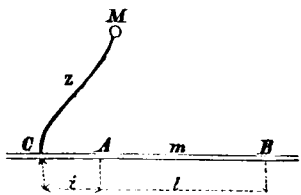
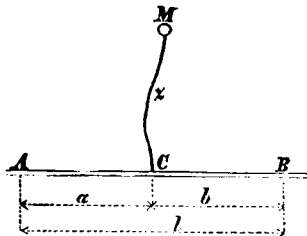


Fig. 2.



Es kann nämlich jene Einmündung  $C$ , entweder, wie in Fig. 1, ausser die Enden der zu beschotternden Strassenstrecke, oder aber, wie in Fig. 2, zwischen dieselben fallen.

## I.

Ist (Fig. 1) die Länge der zu beschotternden Strassenstrecke . . . . .  $AB = l$ , jene des Zufahrtsweges aus dem Materialplatze bis zur Strasse . . . . .  $MC = z$ , ferner die des Intervalles . . . . .  $AC = i$ , so wird bei der Vorstellung einer gleichmässigen Strassenbeschotterung die mittlere Zufuhrdistanz für das ganze Deckstoffquantum, welches auf die Strassenstrecke  $AB$  zu verführen kommt,

$$D = z + i + \frac{l}{2} \quad (1),$$

deren Statthaftigkeit ohnedies einleuchtend ist. Fallen die Punkte  $A$  und  $C$  zusammen, ist somit  $AC = i = 0$ , so wird insbesondere

$$D = z + \frac{l}{2} \quad (2).$$

Unter einer andern Form erscheint der Ausdruck für  $D$ ,

wenn man die Streckenlängen  $AC$  und  $BC$  einführt. Ist nämlich  $AC = a$  und  $BC = b$ , so erhält man auch

$$D = z + \frac{a+b}{2} \quad (3),$$

so dass nach dieser Regel stets das arithmetische Mittel aus  $a$  und  $b$  zu der Länge des Zufahrtsweges hinzuzuschlagen ist. Eigentlich stellt hier wie dort die mittlere Zufuhrdistanz  $D$  stets die Länge des Weges zwischen dem Materialplatze  $M$  und dem Mittelpunkte  $m$  der zu beschotternden Strassenstrecke vor.

## II.

Mündet (Fig. 2) der Zufahrtsweg unmittelbar in die zu beschotternde Strassenstrecke ein, und ist in diesem Falle der eine Theil derselben, z. B.  $AC$  . . . . .  $= a$ , und der andere, also  $BC$  . . . . .  $= b$ , somit die ganze wieder mit  $l$  bezeichnete Strecke

$AB = l$  . . . . .  $= (a + b)$ , endlich die Länge des Zufahrtsweges, eben so

wie oben,  $MC$  . . . . .  $= z$ , so findet man die mittlere Zufuhrdistanz für das ganze auf die Strassenstrecke zu verführende Schotterquantum, unter Beibehaltung der Hypothese der gleichförmigen Ausbreitung desselben nach der Strassenlänge, aus der Formel

$$D = z + \frac{a^2 + b^2}{2(a + b)} \quad (4),$$

wobei es sich von selbst versteht, dass sämtliche Längen gleichnamig, also z. B. in Wiener Klaftern auszudrücken sind, um das Resultat in derselben Benennung zu erhalten.

Um die Richtigkeit dieser Formel einzusehen, beachte man zunächst, dass die Zufuhrkosten eines Deckstoffprismas, wenn sie mit  $K$  bezeichnet werden, durch die Formel

$$K = \frac{SP}{L} \left( \frac{2D}{W} + \frac{t}{60T} \right) \text{ Gulden} \quad (5)$$

sich ausdrücken lassen, worin die vorkommenden Buchstaben folgende Bedeutungen haben:

$S$  = der Grösse eines Deckstoffprismas in Kubikschuhen,  
 $L$  = der Ladungsfähigkeit des Fuhrwerkes in Kubikschuhen,  
 $P$  = dem Preise für einen Zugtag in Gulden,  
 $D$  = der Zufuhrdistanz in Wiener Klaftern,  
 $W$  = dem Wege in Wiener Klaftern, welchen das Fuhrwerk ohne Rücksicht auf das Zeitversäumniss beim Auf- und Abladen in einem Tage zurücklegen könnte,  
 $T$  = der täglichen Arbeitszeit in Stunden, und  
 $t$  = dem Zeitversäumniss für das Auf- und Abladen in Minuten.

Ohne von der Formel (5) einen detaillirten Gebrauch zu machen, sei hier nur bemerkt, dass sich dieselbe stets auf die Gestalt

$$K = mD + n \quad (6)$$

bringen lässt, wo  $m$  und  $n$  zwei von der Distanz  $D$  unabhängige Zahlenwerthe sind, nämlich

$$\left. \begin{aligned} m &= \frac{2SP}{LW} \\ n &= \frac{SPt}{60LT} \end{aligned} \right\} \quad (7).$$

Indem man jetzt auf den in Fig. 2 dargestellten Fall zurückkehrt, hat man im Sinne der Formel (2) als mittlere Zu-

fuhrdistanz für die Beistellung des Deckstoffes auf die Strassenstrecke  $AC$  . . . . .  $z + \frac{a}{2}$ ,

und als solche für die Strecke  $BC$  . . . . .  $z + \frac{b}{2}$ ,

somit werden nach Formel (6) die durchschnittlichen Zufuhrkosten für ein Schotterprisma auf die Strassenstrecke  $AC$  .  $m \left( z + \frac{a}{2} \right) + n$ ,

und jene, welche auf die andere Strecke  $BC$  .  $m \left( z + \frac{b}{2} \right) + n$ .

Bezug nehmen . . . . .  $m \left( z + \frac{b}{2} \right) + n$ .

Ist nun  $p$  (in Theilen eines Schotterprismas ausgedrückt) der Deckstoffbedarf auf jede Klafter Strassenlänge, so ergibt sich für die Strecken  $AC$  und  $BC$  ein Bedarf von  $pa$  und  $pb$  Schotterprismen, deren Beistellung auf Grund der obigen durchschnittlichen Einheitspreise im Ganzen die Zufuhrkosten von  $K$  Gulden erheischen, wo

$$K = pa \left[ m \left( z + \frac{a}{2} \right) + n \right] + pb \left[ m \left( z + \frac{b}{2} \right) + n \right] = p \left[ (mz + n)(a + b) + m \left( \frac{a^2 + b^2}{2} \right) \right]$$

ist. Heisst man jetzt die unbekannte mittlere Zufuhrdistanz für die ganze Materialbeistellung  $D$ , so hat man nach demselben Grundsatz

$$K = p(a + b)(mD + n),$$

daher durch Vergleichung:

$$p(a + b)(mD + n) = p \left[ (mz + n)(a + b) + m \left( \frac{a^2 + b^2}{2} \right) \right],$$

woraus sofort nach gepflogener Reduction in der That die unter (4) angegebene Relation

$$D = z + \frac{a^2 + b^2}{2(a + b)}$$

folgt, deren Richtigkeit eben zu beweisen war.

Bei einer derartigen Bestimmung ist ersichtlicher Weise aus den Quadraten der Streckenlängen  $AC$  und  $BC$  die Summe zu bilden, diese durch die doppelte Strassenlänge  $AB$  zu dividieren, und der Quotient zur Länge des Zufahrtsweges hinzuschlagen.

So war z. B. in einem practisch vorgelegenen Falle

$$AC = a = 4353' \quad AB = (a + b) = 5500'$$

$$BC = b = 1147' \quad MC = z = 250';$$

man musste daher

$$D = 250 + \frac{1147^2 + 4353^2}{2 \cdot 5500} = 2093'$$

setzen, d. h. es war der Fall so anzusehen, als ob das ganze für die 5500 Klafter lange Strassenstrecke bestimmte Deckstoffquantum auf die durchschnittliche Entfernung von 2093' hätte zugeführt werden sollen.

Der Durchschnittspreis kann jetzt mit Benützung der Formel (5) leicht berechnet werden. Sei, um auch eine solche Berechnung durchzuführen, mit Rücksicht auf die erklärten Bedeutungen

$$S = 54 \text{ } \left[ \frac{\text{fl.}}{\text{Stunde}} \right] \quad P = 6 \text{ fl.} \quad T = 10 \text{ Stunden,}$$

$$L = 18 \text{ } \left[ \frac{\text{fl.}}{\text{Minute}} \right] \quad W = 24000' \quad t = 6 \text{ Minuten,}$$

so ist zunächst für jeden Werth von  $D$

$$K = \frac{3D}{2000} + \frac{18}{100},$$

also  $m = \frac{3}{2000}$  und  $n = \frac{18}{100}$ , und sofort wegen  $D = 2093'$

(und nämlich diese Rechnung gleich mit dem vorigen Beispiele zu verbinden)

$$K = 3,3195 \text{ fl.} = 3 \text{ fl. } 19 \text{ kr.},$$

so dass die Zufuhrkosten für das ganze Schottermaterial, etwa für 400 Prismen, sich auf 1326 fl. 40 kr. herausstellen würden, wenn man den abgerundeten Einheitspreis von 3 fl. 19 kr. zulässt.

Die Relation (5) kann wegen  $(a + b) = l$  noch auf die Form

$$D = z + \frac{1}{2} l - \frac{a(l - a)}{l},$$

und diese wieder, indem man das Verhältniss  $\frac{AC}{AB} = \frac{a}{l} = x$  setzt, auf die weitere Form

$$D = z + \frac{1}{2} l - x(1 - x)l = z + \left( \frac{1}{2} - x + x^2 \right) l \quad \dots (8)$$

gebracht werden, wobei  $x$  lediglich ein absoluter Zahlenwerth zwischen 0 und 1 ist, der diese Grenzen wohl erreichen kann, sonst aber natürlich immer einen echten Bruch vorstellen muss.

Hiernach wird

für $x = 0$ . . . . .	$D = z + 0,50 l$	} \dots (9).
„ $x = 0,1$ . . . . .	$D = z + 0,41 l$	
„ $x = 0,2$ . . . . .	$D = z + 0,34 l$	
„ $x = 0,3$ . . . . .	$D = z + 0,29 l$	
„ $x = 0,4$ . . . . .	$D = z + 0,26 l$	
„ $x = 0,5$ . . . . .	$D = z + 0,25 l$	
„ $x = 0,6$ . . . . .	$D = z + 0,26 l$	
„ $x = 0,7$ . . . . .	$D = z + 0,29 l$	
„ $x = 0,8$ . . . . .	$D = z + 0,34 l$	
„ $x = 0,9$ . . . . .	$D = z + 0,41 l$	
„ $x = 1$ . . . . .	$D = z + 0,50 l$	

Wie zu ersehen, hat man in den aneinander gereihten Fällen zu der jedesmaligen Länge des Zufahrtsweges, beziehungsweise 50, 41, 34, 29, 26 etc., Procente der zu beschotternden Strassenlänge hinzuschlagen, um die mittlere Zufuhrdistanz für das ganze Deckstoffquantum zu erhalten. Dass für  $x = 0$  und  $x = 1$  der gleiche Werth für  $D$  zum Vorschein kommt, welcher überdies mit jenem nach der Formel (2) übereinstimmt, ist den Umständen angemessen, weil dann der Zufahrtsweg entweder am Anfange oder am Ende der zu beschotternden Strassenstrecke einmündet, wie solches bei der Aufstellung der Formel (2) in der That vorausgesetzt ward. Eben so ist die symmetrische Bildung in der Reihenfolge der Werthe für  $D$  leicht erklärlich, wenn man beachtet, dass es einerlei ist, ob der Zufahrtsweg in einer gewissen Entfernung von  $A$ , oder in derselben Entfernung von  $B$  einmündet, was unter einem zu dem Schlusse Veranlassung gibt, dass, weil für  $x = 0$  und  $x = 1$  die Distanz  $D$  am grössten wird, die kleinste Zufuhrdistanz für  $x = \frac{1}{2}$  resultiren muss, oder mit anderen Worten, dass es unter sonst gleichen Umständen am vortheilhaftesten ist, wenn der Zufahrtsweg geradezu in der halben Länge der zu beschotternden Strasse einmündet.

Die Richtigkeit dieser Schlussfolge ergibt sich übrigens auch aus der Analysirung der Gleichung (8), wenn man dort das Minimum von  $D$  in Beziehung auf  $x$  aufsucht. Es ist nämlich

$$\frac{dD}{dx} = (-1 + 2x)l = 0,$$

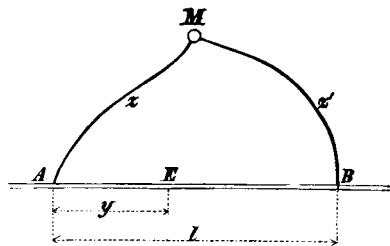
wornach wirklich  $x = \frac{1}{2}$  werden muss, um  $D$  auf ein Minimum zu bringen, da

$$\frac{d^2 D}{dx^2} = 2l,$$

also wesentlich positiv erhalten wird.

### III.

Als ein weiterer Fall, obgleich in einer andern Beziehung, kann derjenige gelten, wo, wie in Fig. 3, von einem Materialplatze  $M$  zwei Zufahrtswege  $MA$  und  $MB$  zur Strasse laufen. Soll diese aus jenem Materialplatze beschottert werden, so dringt sich die Frage auf, wie der Theilungspunkt  $E$  auszumitteln ist, damit die



gesamten Zufuhrkosten dadurch am geringsten werden, dass der Deckstoff für die Strecke  $AE$  auf dem Wege  $MA$ , jener für die Strecke  $BE$  aber auf dem Wege  $MB$  zugeführt wird. Zur Beantwortung dieser Frage nenne man die

Strassenlänge  $AB \dots \dots \dots = l$ ,  
die Länge des einen Zufahrtsweges  $MA \dots \dots = z$ ,  
jene des andern  $MB \dots \dots \dots = z'$ ,  
ferner die unbekannte Streckenlänge  $AE \dots \dots = y$ ,  
also die des benachbarten Theiles  $BE \dots \dots = (l - y)$ .

Mit Rücksicht auf die Formeln (2) und (6), dann unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen  $m$ ,  $n$  und  $p$  stellen sich die Zufuhrkosten  $K$  für das ganze auf die Strecken  $AE$  und  $BE$  beizustellende Deckstoffquantum in folgender Art heraus:

$$K = py[m(z + \frac{1}{2}y) + n] + p(l - y)[m(z' + \frac{l - y}{2}) + n]$$

$$= p\{m[zy + \frac{1}{2}y^2 + z'(l - y) + \frac{1}{2}(l - y)^2] + nl\} \quad (10).$$

Dieser Ausdruck wird ein Minimum für

$$\frac{dK}{dy} = pm[z + y - z' - (l - y)] = 0,$$

d. h. für

$$y = \frac{l + z' - z}{2},$$

indem

$$\frac{d^2 K}{dy^2} = 2pm,$$

somit wesentlich positiv erhalten wird.

Hiernach ist

$$\left. \begin{aligned} AE = y &= \frac{l + z' - z}{2} \\ BE = l - y &= \frac{l + z - z'}{2} \\ MA + AE = z + y &= \frac{l + z + z'}{2} \\ MB + BE = z' + (l - y) &= \frac{l + z + z'}{2} \end{aligned} \right\} \dots (11).$$

$$MA + AE = MB + BE.$$

Zufolge der letzten Relation liegt der vortheilhafteste Punkt  $E$  gleich weit vom Materialplatze  $M$  entfernt, ob man den Weg dahin über  $A$  oder über  $B$  einschlägt; er halbirt somit, von

$M$  aus gerechnet, den Perimeter des Dreieckes  $AMB$ . Die Richtigkeit dieser eben so einfachen wie leicht anzuwendenden Regel ergibt sich wohl auch schon aus der Betrachtung, dass die Verführung des Deckstoffes aus dem Materialplatze bis an irgend eine Stelle der Strasse jedenfalls auf dem näheren der beiden Zufahrtswege vorzunehmen ist (wenn diese nur auch sonst in einem gleich befahrbaren Zustande sind); so dass richtig die Theilungsstelle  $E$  dorthin zu fallen hat, von wo der Weg zum Materialplatze auf der einen Seite eben so lang wie auf der anderen wird, weil offenbar nur dann der Deckstoff auf die Strassenstrecke  $AE$  leichter über  $MA$ , jener auf die Strecke  $BE$  aber leichter über  $MB$  zugeführt werden kann.

Gibt es keinen solchen Punkt in der zu beschotternden Strasse, fällt nämlich der fragliche Halbierungspunkt  $E$  in einen der beiden Zufahrtswege selbst hinein, so bringt es keinen Vortheil mehr, das Deckmaterial auf beiden Seitenwegen beizuführen, sondern es ist sodann die alleinige Benützung des kürzeren Zufahrtsweges vorzuziehen.

Insoferne übrigens der fragliche Theilungspunkt  $E$  auf der Strasse zu markiren, oder in Plänen und Voranschlägen einzutragen und zu benennen ist, wird es wohl nicht der Mühe lohnen, bei seiner präzisen Bestimmung zu verharren; vielmehr werden in den meisten Fällen practische Rücksichten dafür sprechen, jenen Scheidepunkt bis zu dem nächstgelegenen Strasseneintheilungszeichen oder einem anderen Strassenobjecte zu verrücken, es wäre denn, dass ihm schon seiner genauen Bestimmung zufolge eine passende Lage auf der Strasse zukäme.

Ist man auf solche Weise über die Lage des Punktes  $E$  ins Klare gekommen, so wird es zur Ausmittlung der Zufuhrkosten am besten sein, die Rechnung in zwei Partien vorzunehmen, nämlich jede der beiden Strassenstrecken  $AE$  und  $BE$  für sich zu behandeln, wobei die mittleren Zufuhrdistanzen nach der unter (2) gegebenen Regel zu bestimmen sind.

Will man aber dennoch die mittlere Zufuhrdistanz  $D$  gleich für das ganze Deckstoffquantum, welches auf die Strasse  $AB$  zu verführen kommt, finden, so beachte man, dass die gesammten Zufuhrkosten, welche schon unter (10) aufgestellt wurden, sich auch noch durch die Formel

$$K = pl(mD + n)$$

ausdrücken lassen, wornach man die Gleichung

$$pl(mD + n) =$$

$$= p\{m[zy + \frac{1}{2}y^2 + z'(l - y) + \frac{1}{2}(l - y)^2] + nl\}$$

erhält, aus welcher sofort gefunden wird

$$D = \frac{zy + \frac{1}{2}y^2 + z'(l - y) + \frac{1}{2}(l - y)^2}{l}$$

$$= \frac{y(z + \frac{1}{2}y) + (l - y)(z' + \frac{1}{2}(l - y))}{l} \dots (12).$$

Ist der Punkt  $E$  genau nach der Regel (11) bestimmt worden, so hat man vermöge des dort für  $y$  gefundenen Werthes, insbesondere

$$D = \frac{z + z'}{2} + \frac{l}{4} - \frac{(z - z')^2}{4l} \dots (13).$$

Ex. Ist (Fig. 3)  $AM = z = 1000$ ,  $BM = z' = 1200$

und  $AB = l = 1000^\circ$ , so findet man nach den Formeln (11) und (13):

$$AE = y = 600^\circ, BE = (l - y) = 400^\circ \text{ und } D = 1340^\circ.$$

Dieser besondere Werth für die mittlere Zufuhrdistanz ist selbstverständlich der kleinste, der unter den gegebenen Verhältnissen stattfinden kann; für jeden anders gewählten Theilungspunkt fällt  $D$  grösser aus. Will man z. B. aus gewissen Gründen den Theilungspunkt so weit verrücken, dass  $y = 700^\circ$  wird, so hat man dann zur Bestimmung von  $D$  die Formel (12) in Anwendung zu bringen, womit man

$$D = 1350^\circ,$$

also wirklich grösser als früher findet.

Gleichwohl ist aus diesem Resultate zu ersehen, dass der Einfluss der Verrückung des Punktes  $E$  auf die durchschnittliche Zufuhrdistanz  $D$  ein verhältnissmässig nur geringer ist, wesshalb es in der Regel leicht sein wird, für  $E$  eine solche Lage zu ermitteln, die, ohne in das Kleinliche und Unpractische zu verfallen, dennoch allen Verhältnissen hinreichend entspricht.

Fig. 4.

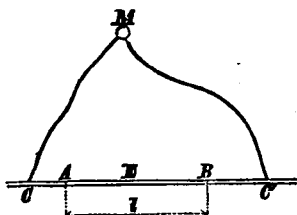
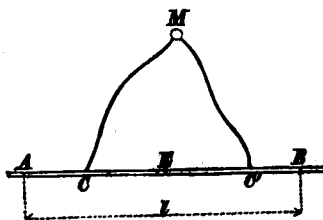


Fig. 5.



Die Fig. 4 und 5 stellen zwei Fälle dar, welche mit jenem in Fig. 3 darin übereinstimmen, dass von dem Materialplatze  $M$  aus wieder zwei Zufahrtswege zur Strasse laufen; nur ist hier die relative Lage der zu beschotternden Strassenstrecke  $AB$  insofern eine andere als ihre Enden  $A$  und  $B$  in Fig. 4 zwischen den Einmündungsstellen  $C$  und  $C'$  gelegen sind, und in Fig. 5 das Umgekehrte stattfindet. Weitere specielle Fälle ergeben sich dadurch, dass zuweilen  $AC = 0$  oder  $BC' = 0$  wird, während das gleichzeitige Verschwinden dieser beiden Intervalle auf den früheren Fall (Fig. 3) zurückführt.

In allen diesen Fällen findet das für die Aufsuchung des Punktes  $E$  bereits Gesagte volle Anwendung, indem man seine Lage auch jetzt noch so bestimmen kann, dass durch ihn der Dreiecksperimeter  $MCC'$ , von  $M$  aus gerechnet, halbirt wird.

Zur Ermittlung der Zufuhrkosten wird es dann wieder vorzuziehen sein, die Rechnung für beide Strassentheile  $AE$  und  $BE$  abgesondert durchzuführen, und für jeden die mittlere Zufuhrdistanz zu bestimmen. Diese wird nämlich im Falle (Fig. 4) mit Rücksicht auf die Formel (1):

$$\text{für die Strecke } AE \dots D = MC + CA + \frac{1}{2} AE,$$

$$\text{„ „ „ } BE \dots D = MC' + C'B + \frac{1}{2} BE,$$

im Falle (Fig. 5) aber mit Rücksicht auf die Formel (4):

$$\text{für die Strecke } AE \dots D = MC + \frac{AC^2 + CE^2}{2 \cdot AE}$$

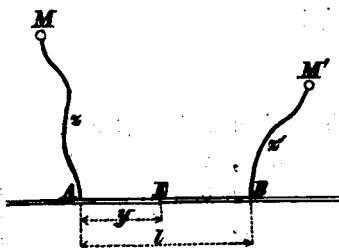
$$\text{„ „ „ } BE \dots D = MC' + \frac{BC'^2 + C'E^2}{2 \cdot BE}$$

Die Benutzung dieser Werthe bei den weiteren auf Grund der Formel (5) durchzuführenden Kostenberechnungen kann nunmehr keinem Anstande unterliegen.

## IV.

Der in Fig. 6 dargestellte Fall wird sich genau nach den vorhin unter III. gegebenen Andeutungen auflösen lassen, wenn der Deckstoff aus dem einen Materialplatze in  $M$  eben so leicht, wie aus dem anderen in  $M'$  gewonnen werden kann, abgesehen von den Zufuhrkosten, die jedenfalls von der Länge und Lage der beiden Zufahrtswege  $MA$  und

Fig. 6.



$M'B$  abhängen. Insofern also die eigentlichen Erzeugungskosten des Deckstoffes in  $M$  und  $M'$  nicht verschieden sind, kommt über diesen Fall nichts Neues zu sagen. Anders verhält sich jedoch die Sache, wenn — und das wird in der Regel vorkommen — die fraglichen Erzeugungskosten in den beiden Materialplätzen sich verschieden herausstellen. Es entsteht sodann die Frage, wo jener Scheidepunkt  $E$  anzunehmen kommt, damit, wenn der Strassentheil  $AE$  aus dem Materialplatze  $M$ , und der andere Theil  $BE$  aus jenem in  $M'$  beschottert wird, die gesamten Erzeugungs- und Transportkosten am kleinsten ausfallen, offenbar eine Bedingung, die im Interesse der Oeconomie in der That erreicht werden soll.

Ohne erst in eine dem früheren Vorgange analoge Untersuchung mit Unterstützung durch den höheren Calcul einzugehen, werden schon die bisher gewonnenen Resultate geeignet sein, die Lösung dieser neuen Frage zu vermitteln. Denn ohne Zweifel muss jener Punkt  $E$  eine solche Lage haben, dass der gesammte Preis eines Deckstoffprismas für Erzeugung und Zufuhr nach  $E$  derselbe bleibt, ob das Materiale aus dem einen oder andern Platze herbeigeschafft wird. Nennt man daher den Erzeugungspreis für ein Schotterprisma

aus dem Materialplatze  $M$  . . . . .  $e$ ,  
aus dem andern in  $M'$  aber . . . . .  $e'$ ,  
und beachtet, dass die Transportkosten eines solchen Prismas, laut Formel (6), sich auf . . . . .  $m(z + y) + n$   
und beziehungsweise auf . . . . .  $m(z' + l - y) + n$   
belaufen, wenn die Ablagerung in  $E$  gedacht wird, so hat man der erwähnten Bedingung zufolge die Gleichung

$$e + m(z + y) + n = e' + m(z' + l - y) + n,$$

und hieraus

$$\left. \begin{aligned} y &= \frac{l + z' - z}{2} + \frac{e' - e}{2m} \\ l - y &= \frac{l + z - z'}{2} - \frac{e' - e}{2m} \\ MA + AE &= z + y = \frac{l + z + z'}{2} + \frac{e' - e}{2m} \\ MB + BE &= z' + l - y = \frac{l + z + z'}{2} - \frac{e' - e}{2m} \end{aligned} \right\} \dots (14).$$

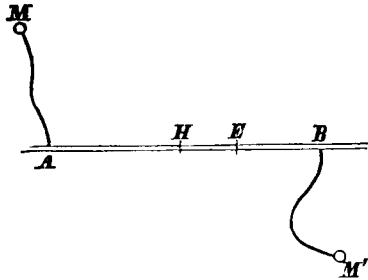
Sind die Erzeugungspreise  $e$  und  $e'$  einander gleich, so gehen die Relationen (14) in jene unter (11) über, was auch zu erwarten stand. Sonst aber theilt der Scheidepunkt  $E$  die Summe der drei Weglängen  $MA$ ,  $AB$  und  $BM'$  nicht mehr, wie nach der früheren Regel, in zwei gleiche Theile, sondern er liegt seitwärts von dem gedachten Halbierungspunkte, und zwar in einer Entfernung, die eben durch das letzte Glied der Formeln (14), nämlich durch

$$\left(\frac{e' - e}{2m}\right) \dots \dots \dots (15)$$

ausgedrückt erscheint. Dieses Correctionsglied wird sonach bestimmt, wenn man den Unterschied zwischen den Erzeugungspreisen eines Deckstoffprismas aus dem einen und dem andern Materialplatze, durch den doppelten Coefficienten aus der Fuhrkostenformel (6) dividirt. Ueberdiess hat man zu beachten, dass diese Correction, ebenfalls in Wiener Klaftern verstanden, von dem erwähnten Halbirungspunkt aus nach jener Seite hin vorzunehmen ist, wo der kostspieliger erzeugte Deckstoff abzulagern kommt.

Um diese Regel gleich auf ein Beispiel anzuwenden, sei (Fig. 7).

Fig. 7.



$$\begin{array}{l|l} MA = z = 1000^0 & e = 2 \text{ fl. } 12 \text{ kr.} = 2,2 \text{ fl.} \\ MB = z' = 1600^0 & e' = 2 \text{ fl. } 30 \text{ kr.} = 2,5 \text{ fl.} \\ AB = l = 2000^0 & m = \frac{3}{2000} \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{und } H \text{ der Hal-} \\ \text{birungspunkt von} \\ \text{MABM'.} \end{array}$$

In diesem Falle hat man

$$MA + AH = MB + BH = \frac{z + z' + l}{2} = 2300^0,$$

$$AH = 1300, BH = 700^0 \text{ und } HE = \frac{e' - e}{2m} = 100^0,$$

also wird

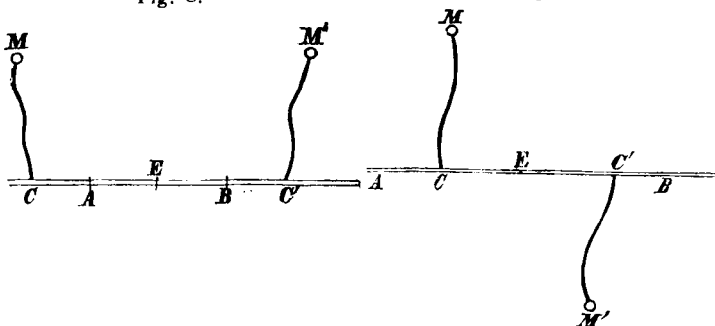
$$AE = 1400^0 \text{ und } BE = 600^0,$$

so dass der 1400<sup>0</sup> lange Strassentheile AE aus dem Materialplatze M, dagegen die andere 600<sup>0</sup> lange Strecke BE aus jenem in M' zu beschottern sein wird, wenn diese Arbeitsleistung als eine öconomische gelten, also die geringsten Kosten verursachen soll.

Was unter Nr. III, wegen der mehr oder weniger präzisen Bestimmung des Scheidepunktes, so wie wegen der zuweilen vortheilhaften Benützung eines einzigen Materialplatzes (im Falle einer unbrauchbaren Bestimmung von E) gesagt wurde, ist auch hier gültig; eben so lassen sich die an die Figuren 4 und 5 geknüpften Bemerkungen hieher übertragen, wenn diese Figuren nur den zuletzt besprochenen Verhältnissen angepasst werden, wie solches z. B. in den Figuren 8 und 9 angedeutet erscheint.

Fig. 8.

Fig. 9.



Jedoch wird bei den Materialplätzen die gehörige Ergiebigkeit vorausgesetzt, damit aus jedem derselben das erforderliche

Schotterquantum gewonnen, und die beabsichtigte streckenweise Beschotterung wirklich ausgeführt werden kann. Bei dem Abgange dieser Bedingung würde selbstverständlich eine andere Bestimmung des Scheidepunktes E, gegründet auf die zu erwartende Ausbeute der Materialplätze, stattfinden müssen.

#### Schlussbemerkung.

Bei den vorhergehenden Untersuchungen wurden stets horizontale Strassen und Wege vorausgesetzt. Im Gegenfalle muss man die wirklichen Weglängen, nach Massgabe der Steigungsverhältnisse, in der auch sonst üblichen Weise vergrössern, um sie in horizontale Weglängen von gleicher Wirkung für das Fuhrwerk zu verwandeln, und die so corrigirten Werthe sodann in die bezüglichen Formeln einführen. Dass bei einer derartigen Correction auch die mehr oder minder gute Fahrbarkeit der Strassen und Wege berücksichtigt werden soll, ist einleuchtend, doch kann solches nur im Wege der Schätzung, nicht aber auf jenem der Rechnung geschehen, und muss deshalb lediglich dem practischen Urtheile des mit den Localverhältnissen vertrauten Fachmannes anheimgestellt bleiben.

### Ueber die von der französischen Regierung in der Sahara unternommenen artesischen Bohrungen.

Mitgetheilt vom Ober-Bergingenieur

Gustav Henoch.

Unter den Massregeln, welche die französische Regierung nach Eroberung von Constantine im Interesse der Civilisation dieser Provinz beschloss, war wohl keine von grösserer Tragweite, als die der Ausführung artesischer Bohrungen in den bisher wasserleeren Oeden der Sahara. Der glückliche Erfolg, mit welchem diese Arbeiten, wie wir weiter unten sehen werden, verbunden waren, hat bis jetzt völlig unwirthbare Gegenden einem regen Handel und Verkehre übergeben und die durch die Waffen unterjochten Volksstämme nunmehr auch durch die segnenden Einrichtungen einer geistig überlegenen Regierung zur Dankbarkeit und willigen Unterwerfung verpflichtet.

Die im Jahre 1854 erfolgte Besitznahme von Tougourt gab der Regierung die nächste Veranlassung, mit ihren Brunnenarbeiten in der Sahara zu beginnen, und den ihr neu zugefallenen Landestheil mittelst derselben für den Handel sowohl als auch für den Truppenverkehr vom nördlichen, jenseits der Wüste gelegenen Provinztheile aus leicht und sicher zugänglich zu machen. — Diese Arbeit erschien vor allen anderen um so dringlicher, als die ganze Gegend von Tougourt bis in die Nähe der französischen Posten bei Biskra fast von keinem Gewässer durchzogen wird. Haben auch die Eingebornen durch ihre roh angelegten Wasserschächte hie und da sich die Gesteinswässer zu Nutze gemacht, so sind dieselben doch zu spärlich, um den erhöhten Verkehrsaufschwung genügend zu unterstützen; auch war ein grosser Theil dieser Schächte, wie es die stete gegenseitige Befehdung der einzelnen Stämme und ihre dadurch hervorgerufene unstäte Lebensweise mit sich bringen musste, gänzlich verschüttet und ausgetrocknet, und die Oasen, unbewohnt, im allmäligen Absterben.

Die Unzugänglichkeit der Wasserstationen auf dem Wege von Oued Rir' nach Ziban mag übrigens daraus entnommen werden, dass der Weg von Oued Djedi bis nach Mr'aier — also

über 80 Kilometer Entfernung — durch fast wasserlose Gegenden zurückgelegt werden musste.

Die ersten Wasserbohrungen zwischen Biskra und Touggourt wurden in den Jahren 1856 und 1857 ausgeführt. Ihre Anlage gründete sich grösstentheils auf die geognostischen Voruntersuchungen, die der kaiserliche Bergingenieur Dubocq über diesen Theil der Wüste vorgenommen und in dem im Jahre 1853 erschienenen Werkchen „Mémoire sur la constitution géologique des Ziban et de l'oued Rir' au point de vue des eaux artésiennes de cette portion du Sahara“ veröffentlicht hatte.

Dubocq sprach in demselben, durch die geognostischen Verhältnisse der Gegend geleitet, die Ueberzeugung aus, dass die bestehenden Oasen ihre Wasser nicht etwa nur aus localen Vorkommen, sondern aus einer Wasserbank ziehen, welche das Tertiärbecken, das sich im Norden an die secundären Gebilde der Aouresskette, im Süden an das Auftreten der secundären Formation der Hammadhberge anlehnt und in der Nähe der Chott Melrîr-Sümpfe ihr Muldentiefstes hat, in ihrer ganzen Ausdehnung begleite. Als muthmassliche Grenze dieses für sich abgeschlossenen Tertiärbeckens gibt der Verfasser im Westen die Hügel der Feïadh und Chebkakette an; gegen Osten scheint sich dasselbe bis zum Meere hin zu erstrecken. Diese Ansicht über den Ursprung der vorhandenen Oasenwasser war einer gründlichen Untersuchung durch Bohrarbeit um so würdiger, als sie, im Bestätigungsfalle, begreiflicher Weise eine gänzliche Umgestaltung der öden, Ansiedlung und Verkehr hindernden Wüste nach sich ziehen konnte.

Die erste artesische Bohrung wurde in der Oase Tamerna angesetzt. Mit Beginn Mai d. J. 1856 wurde die Arbeit begonnen und in einer Tiefe von 60 Met. das Wasser erschroten, das in einem Quantum von 4010 Lit. pro Minute am 19. Juni desselben Jahres unter dem Jubel der Eingebornen dem Boden entquoll.

Der Brunnen wurde von den Marabouts „Friedensbrunnen“ getauft.

Die von Dubocq ausgesprochene Ansicht über das Vorkommen der Teufewasser war somit um ein Erhebliches der Wahrscheinlichkeit näher gerückt und wurde durch die zweite Bohrung, welche unmittelbar nach diesem ersten über Erwarten günstigen Erfolg begonnen wurde, zur erfreulichen Gewissheit. Diese zweite Bohrung wurde bei Temacin angesetzt. Obgleich man wegen des durch Schwemmsand bewirkten Nachfalls bedeutende Zeitverluste zu erleiden hatte, so wurden alle Schwierigkeiten glücklich beseitigt und mit einer Teufe von 84 Met. ein 35 Lit. Wasser pro Minute gebender Springquell erschroten, dem der Name „Segensbrunnen“ beigelegt wurde.

Die dritte Bohrung wurde in der Oase Tamelhât angelegt und in sechzehn Tagen Arbeitszeit ohne jeglichen Zwischenfall beendet. Die Teufe dieser Bohrung beträgt 58½ Met. und gibt unter dem Namen „Freundschaftsborn“ 120 Litres Wasser pro Minute.

26 Kilometer nördlich von Touggourt liegt die Oase Sidi Rached, welche zur Anlage des vierten Bohrpunktes bestimmt wurde; der Wassermangel machte sich hier schon seit längerer Zeit in dem Grade fühlbar, dass der Oase ein baldiger Unter-

gang drohte. Vergebens suchten die Eingeborenen durch ein Schachtabsinken dem allmäligen Absterben der Dattelpflanzungen vorzubeugen; sie trafen bei 40 Met. Tiefe eine Gypsbank, die den Angriffen ihrer Werkzeuge widerstand, und mussten daher ihre Arbeit auflassen. Die Oase Sidi Rached war daher von den Eingebornen hoffnungslos aufgegeben, als die französische Arbeitskolonne mit ihrem Bohrgeräthe anlangte.

Das Gestein welches dem Gezähe der Eingebornen unüberwindbare Hindernisse geboten, wich anstandslos dem Bohrer und schon nach vier Tagen Arbeit wurde in 54 Meter Tiefe die Wasserlage erschroten, die mit einem Quantum von 4300 Lit. pro Minute unter den Segenswünschen der Eingebornen dem Boden entsprang und der halbversengten Pflanzenwelt neues Leben zuführte. Dem Brunnen wurde — sehr bezeichnend — der Name „Dankbarkeitsborn“ beigelegt.

Die fünfte und sechste Bohrung die noch im Laufe des Jahres 1857 angelegt wurden, waren für den nördlichen, zwischen dem Oued Djedi und Mr'aier gelegenen, Theil des Strassenzuges zwischen Biskra und Temacin bestimmt. Die erstere dieser Bohrungen Oum Thivur wurde in der Hälfte der 32 Kilometer langen und gänzlich wasserlosen Strecke von dem Brunnen von Mr'aier bis zum Flussbette des Oued IteI angelegt und mit ihr der „Commandanten-Brunnen“ zu 180 Lit. Wasserquantum pro Minute in der Teufe von 105 Met. erschroten. Die zweite dieser Bohrungen wurde 24 Kilometer nördlich vom Oued IteI angesetzt und mit ihr in 40 Met. Teufe ein Wasserergebniss von 90 Lit. pro Minute erzielt. Diesem Brunnen wurde der Name „Fruchtbarkeitsbrunnen“ gegeben.

So sind denn diese Arbeiten mit Schluss des Jahres 1857 zu Ende geführt.

Wohl selten sind ähnliche Ausführungen mit gleichem Erfolge und in so kurzer Zeit beendet worden, als diese Bohrungen, zumal wenn man die Schwierigkeiten erwägt, welche man zu überwinden hatte. Denn abgesehen davon, dass die verwendete Arbeitermannschaft, aus Soldaten bestehend, der Arbeit unkundig war, so hatte man ausserdem mit den ungewohnten klimatischen Verhältnissen, die auf den Fortgang der Arbeiten nachtheilig wirken mussten, zu kämpfen.

Mit Ausdauer und im Interesse der guten Sache sind alle Schwierigkeiten beseitigt. Ein lebhafter und gefahrloser Verkehr ist zwischen dem Norden und dem Süden der Provinz Constantine hergestellt. Mehr als durch die Gewalt hat die französische Regierung sich durch diese, in die tiefsten Interessen der Eingebornen eingreifende Massregel, Unterwerfung, Anerkennung und Zutrauen verschafft.

Die noch dem Nomadenleben anhängenden Stämme werden sich in Bälde um die neu geschaffenen Oasen schaaren, im ruhigeren Leben des Landbaues, zu dem sich der Boden trefflich eignet, reichlichen Ersatz für ihre frühere Lebensweise finden, und sie einer weisen und fürsorgenden Regierung und der damit in gleichem Schritte fortgehenden Civilisation leicht zugänglich machen.

## Maschinen zum Schneiden des Holzes in unregelmässigen Formen, von Arthur Kinder in Worcester.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 17 und 18.)

Das neue bei diesen Anordnungen besteht hauptsächlich in der eigenthümlichen Einrichtung des Meisselhalters und der Art und Weise, wie der Meissel darin befestigt ist; ferner darin, dass sie sowohl für glatte als für gerippte Flächen sich anwenden lassen, indem die Meissel der dem Holze zu gebenden Form entsprechend sich herstellen lassen. Der Meisselhalter besteht aus einem massiven Cylinder, der in der Mitte eine querdurchgehende Oeffnung hat; in letztere werden die Meissel gesteckt und durch Schrauben oder Bolzen befestigt; diese gehen durch den Meissel nach hinteren Platten, welche die Späne entfernen; auch gebraucht man wohl einen conischen Pflock, der zwischen zwei Rückplatten eingezwängt ist. Der Meisselhalter wird von einer verticalen Schraubenspindel getragen, die mit einer ebenfalls verticalen Justirvorrichtung von beliebiger Art versehen ist. Zur Bearbeitung von Flächen, die vorher abgerundet worden, ohne bereits vollständig geglättet zu sein, dient eine drehbare gekrümmte Tischplatte, die adjustirt werden kann. Letztere wird für Herstellung glatter Flächen gebraucht, während der für gekrümmte Flächen, verwendete Tisch sich nach beliebigem Winkel adjustiren lässt. Während dem Tische eine Bewegung in der Längsrichtung ertheilt wird, geschieht die gleichzeitige Bewegung des Holzes in der auf letzterer senkrechten Richtung, und zwar werden diese Bewegungen entweder von Hand oder mit Hilfe mechanischer Vorrichtungen ausgeführt. Um das Werkstück nebst seiner Schablone quer gegen den Tisch zu führen, wird ein einfaches Geleise angewendet. Man kann nun diese Einrichtung derart auf verticale Sägerahmen anwenden, dass man das zu schneidende Holz auf Schienen oder in einen Schlitten auf einem runden Tische stellt, welcher sich kippen oder nach einem bestimmten Winkel drehen lässt, während er sich um die Säge dreht. Letztere geht durch die Mitte des Tisches und dieser kann sich selbst um die Säge herumdrehen. Es kann nun unter Umständen auch wünschenswerth sein, nicht an verschiedenen Theilen des Tisches zwei Meisselhalter wirken zu lassen, die in entgegengesetzten Richtungen arbeiten um an jeder Seite des Werkstücks zu schneiden; in diesem Falle kann man die beiden Meisselhalter in verticaler, durch die Achsen gehender Linie übereinandersetzen und die Verbindung des obern und untern derart herstellen, dass die beiden Meissel in entgegengesetzten Richtungen sich drehen.

Fig. 1 stellt die Seitenansicht eines Meisselhalters dar, Fig. 2 den Grundriss, Fig. 3 den Längenschnitt, Fig. 4 einen Querschnitt. Der Meisselhalter besteht aus einem Metallcylinder *A* der eine grosse querdurchgehende Oeffnung in der Mitte hat; die Weite einer solchen Oeffnung beträgt ungefähr die Hälfte des Cylinderdurchmessers. Der Meisselhalter ist bei *B* in die Spindel eingeschraubt; die Meissel sind in die mittlere Oeffnung durch die Schrauben oder Zapfen *D* und die hintern Stücke *E* eingezwängt; letztere werden mit den Meisseln derart zusammengetrieben, dass sie dieselben nach den innern

Seiten der Oeffnung zu festhalten und zwar mittelst des conischen oder zugespitzten Pflockes *F*, der sich zwischen den hintern Stücken *EE* befindet. Der Pflock *F* wird mittelst einer Mutter *G* herabgedrückt, welche nach einem Träger *f* zu führt und in der verzeichneten Weise mit dem Meisselhalter verbunden ist. Es ist nun einleuchtend, dass, wenn man die Mutter *G* in der angemessenen Richtung dreht (sie ist nämlich am obern Ende des Pflockes *F* lose), der Pflock *F* zwischen den hinteren Stücken *E* herabgezwingt wird, die Meissel und Schrauben oder Zapfen *D* angezogen werden, und dabei jeder Störung vorgebeugt wird, welche durch das Ausbrechen der in dem Halter etwa lose befestigten Meissel entstehen könnte.

Fig. 5 stellt einen modificirten Meisselhalter dar, worin der Pflock *F* umgekehrt ist und durch eine gewöhnliche Mutter *G* angezogen wird, die sich an dem mit Gewinden versehenen Ende *H* des Pflockes befindet.

In den Fällen, wo der Meisselhalter zu klein ist, um den conischen verengten Pflock *F* halten zu können, werden die Meissel von dem Halter in der Weise Fig. 6 und 7 getragen. Es ist hier Fig. 6 die Seitenansicht; Fig. 7 der Querschnitt desselben. Bei *l* befinden sich Schrauben, die durch die Seiten des Halters *A* und durch die Meissel gehen und in die hintern Stücke *EE* fest verschraubt sind; letztere werden durch Drehen der Schrauben *l* gegen die Meissel angezogen. Bei *K* befinden sich Stützen die an den Meisselhalter befestigt sind und bei dem Krummschneiden von Werkstücken oder dem Bearbeiten harter Hölzer nützlich sind. Am untern Ende des Meisselhalters befindet sich in allen Fällen ein loser Ring oder eine Unterlagscheibe *L*, gegen die die Schablone gedrückt wird, nach welcher der Gegenstand zu schneiden ist. Die Unterlagscheibe *L* hat eine hervorragende Flantsche *l*, die sich in angemessener Entfernung von dem oberen Rande der Scheibe befindet. Letztere ist hinreichend weit zu machen, damit sie noch etwa  $\frac{3}{4}$ " Spielraum gewährt, um am engern und weitem cylindrischen Theile des Meisselhalters auf- und abgleiten zu können.

Fig. 8 stellt nun die Seitenansicht einer Maschine zum Schneiden unregelmässiger Formen dar; Fig. 9 deren Aufriss, Fig. 10 ihren Grundriss. *AA* sind die Hauptständer der Maschine; dieselben sind durch die Rahmen *B* verbunden. An letztere sind acht runde Stücke *C* angegossen, an welche die verticalen V-förmigen Gleitschienen *DD*, angeschraubt sind; die äussern Schienen *D*, lassen sich mittelst der Stellschrauben *E* adjustiren. Zwischen jedem Schienenpaare befindet sich ein Rahmen *F* der frei auf- und abgleitet. Derselbe trägt die Meisselspindel *G* und jede Meisselspindel befindet sich in einer Stahlpfanne *H* und ist am untern Ende durch Stellschrauben *I* unterstützt, die bei jedem Rahmen durch eine Traverse gehen. *KK* sind nun die Triebrollen für die Arbeit der Meisselspindeln und *L* stellt einen der Meisselhalter dar, der an das obere Ende seiner Spindel geschraubt ist. Die beiden Spindeln drehen sich in entgegengesetzten Richtungen derart, dass die Meissel an den einander entgegengesetzten Seiten des Werkstücks schneiden können, und die Meisselhalter werden über den Tisch hinaufgezogen oder unter denselben gebracht, je nachdem der eine oder andere in oder ausser



Thätigkeit sein soll. In der Zeichnung ist der eine der Meisselhalter über dem Tische in Arbeit begriffen dargestellt, während der andere von seiner Spindel entfernt ist, welche mit dem Rahmen *F* am Tische heruntergelassen ist, so dass sie ausserhalb des Bereichs des zu bearbeitenden Holzes ist. Am obern Rande eines jeden Rahmens *F* befinden sich (Fig. 11) zwei Federn 1,1, welche in halber Grösse dargestellt sind. Die an den Rahmen befestigten Federn 1,1 drücken mit ihren freien Enden gegen die untere Seite des Ringes oder der Scheibe *L*, welche die Federn zusammenpresst, indem sie mit dem untern Rande der Schablone 2 wider die hervorragende Flantsche *l* drückt. Durch diese Einrichtung wird bezweckt, dass, wenn der Tisch sich unter dem durch die punktirte Linie angedeuteten Winkel befindet, die Schablone 2, um die Unterlagscheibe sich drehend, in die Lage 3 kommt; indem nun die Federn 1 die Flantsche *l* gegen die untere Fläche der Schablone drücken, wird ein bestimmter Theil der Unterlagscheibe immer mit dem Rande der Schablone in Berührung sein. Würde man diese Einrichtung nicht anwenden, und würde also der Ring oder die Scheibe ohne die hervorragende Flantsche *l* in ihre gegenwärtige Stellung gebracht, so würde die Schablone 2 nach ihrer Drehung nach dem Punkte 3 sich unterhalb der Oberfläche der Scheibe *L* befinden, und da das Material während des Schneidens auf der Schablone bliebe, so würde es mit der Scheibe in Berührung kommen und dadurch den Meissel am Arbeiten hindern.

Der untere Theil eines jeden Rahmens *F* ist durch Charniere oder Ringe *M* mit einem der zwei Hebel *N* verbunden, welche ihre festen Drehungspunkte bei *O* haben und mit an den Stangen befindlichen Gegengewichten versehen sind, die dazu dienen, das Gewicht des Rahmens und der Spindel zu balancieren. Der Arbeiter kann nun jeden der beiden Meisselhalter leicht über den Tisch bringen, indem er einfach den entsprechenden Tritt *N* mit seinem Fusse herabdrückt. Bei *R* befindet sich eine durch eine Feder getriebene Kurbel, die den Rahmen in die Höhe hält bis er zurückgeht, wenn er nach der Auslösung mit dem Meisselhalter wieder unter den Tisch kommt. Da man die Meissel nicht immer in derselben Höhe braucht, so kann die Kurbel durch eine adjustirbare Stütz- und Stellschraube festgestellt werden, wodurch der Meissel in beliebige Höhe kommt. In den Fällen, wo man beide Meisselhalter zugleich und in gleicher Höhe über dem Tische braucht, kann man sie beide zugleich haben durch Herabdrücken des Querstückes *S*, welches so lang ist, dass es über beide Hebel *N* hervorragt; dasselbe wird durch einen verticalen Schraubenbolzen *T* und ein Handrad *U* getrieben. Bei *V* befinden sich Gleitlineale um das Querstück *S* bei seiner Auf- und Abwärtsbewegung mit dem Rahmen *F* parallel zu erhalten. Ein rechtwinkliger Rahmen *W* ist auf Drehpunkte *X* auf der Oberfläche des Hauptgestelles *A* gesetzt und zwar derart, dass er frei um irgend einen Winkel gedreht werden kann; ist derselbe adjustirt, so wird er durch die Schrauben *Y* festgehalten, die sich an den Segmenten *Z* befinden. Die Parallelstäbe, die den Rahmen *W* bilden, haben eine ebene Oberfläche und die beiden mittleren Stäbe sind mit Einschnitten versehen, längs welchen zwei lange gusseiserne winklige Stäbe *a*, *b* frei gleiten, die an jedem Ende durch Querstücke

verbunden sind. Eine Zahnstange *d* befindet sich an der untern Seite des Stabes *a* und wird durch ein Getriebe *e* auf dem horizontalen Zapfen *f* bewegt, dessen vorderes Ende für einen Schlüssel oder einen Kurbelgriff eingerichtet ist. Beide Enden dieses Zapfens werden von dem hin- und hergehenden Rahmen *W* getragen. Bei *g* befinden sich eine Anzahl paralleler Querstäbe von Holz oder Metall, die mit ihren innern Enden an die Längsstäbe *ab* befestigt sind, während die äussern mit Metallstäben *h* verbunden sind, die auf den äussern parallelen Längsstäben des Rahmens *W* gleiten. Ein Spielraum *i* befindet sich zwischen je zweien der Querhölzer *g*, zur Aufnahme des Querschlittens, der entweder an das Werkstück selbst befestigt ist oder an die Schablone, wenn eine solche gebraucht wird. Man thut gut, diesen Zwischenräumen Schwalbenschwanzform zu geben, um zu verhindern, dass der Schlitten aus seiner Bahn herausgleite. Das zu bearbeitende Holz wird auf die Oberfläche des Tisches *Q* gelegt, der unter dem entsprechenden Winkel zu neigen ist, wenn das Holz nach einer Krümmung bearbeitet werden soll. Eine Stange oder ein Schlitten wird an das Holz oder die Schablone befestigt; der Stab schleift quer über den Tisch hin, längs einem der Einschnitte *i*, während der Tisch selbst frei parallel oder normal zur Bewegungsrichtung des Holzes längs der Einschnitte bewegt werden kann und zwar mittelst der Zahnstange *d* und des Getriebes *e*. Auf diese Weise kann dem Holze irgend eine beliebige einfache oder zusammengesetzte Bewegung ertheilt werden, während es von den Meisseln bearbeitet wird, welche letztere beständig vertical bleiben. Hiedurch nun lässt sich dasselbe nach beliebiger Krümmung schneiden und zwar, wenn die Form bestimmt ist und man eine grössere Anzahl von Werkstücken von der nämlichen Art braucht, mittelst Schablonen, oder ohne Schablonen, indem man die Umrisse einfach mit Bleistift auf das Holz selbst markirt.

Um Flächen zu bearbeiten, die vorher nur roh gerundet sind, wendet man den Tisch *k* (Fig. 8) an, der für glatte Arbeit zurückgestellt wird. Er besteht aus einer Anzahl von Stahlblättern *l*, die mit einer Linie gleichweit voneinander entfernten Löchern durchbohrt sind und es sind eine Anzahl von Holz- oder Metallstäben daran befestigt, die zu demselben Zwecke dienen, wie die Stäbe *g* auf dem ebenen Tische *W*. An jeder Ecke dieses drehbaren Tisches befinden sich die langen mit Bahnen versehenen Bänder *n*, durch die die Enden des Tisches gehoben oder gesenkt werden; dieselben sind durch die Schrauben *o* befestigt, während die Mitte des Tisches mit der Maschine selbst zusammenhängt. Bringt man also die äussern Ränder in die Höhe und stellt die Bänder *n* fest, so wird die Oberfläche des Tisches die gewünschte Krümmung annehmen. Diese drehbare Tischplatte kann man entweder, wie es hier dargestellt ist, quer gegen die Maschine oder normal zu der hier verzeichneten Stellung gebrauchen, wie das Bedürfniss es eben erheischt.

In Fig. 12 ist die Seitenansicht, Fig. 13 der Aufriss, Fig. 14 der Grundriss eines zweckmässigen adjustirbaren Schneidetisches für einen verticalen Sägerahmen dargestellt. Die Band- oder sonstige Säge *A* geht durch eine cylindrische Oeffnung in der Mitte des festen Trägers *B*. Die Ränder dieser Oeffnung haben die Gestalt eines Knopfes über dem



festen Träger *B* und bilden den Drehungspunkt der drehbaren Tafel oder Platte *C*, welch' letztere durch den Ring und die Stellachraube *D* an dem Träger fest ist. *EE* sind zwei Ständer auf der Drehtafel *C*, welche die Zapfen *F* des oscillirenden runden Tisches *G* tragen. Letzterer lässt sich nach einem beliebigen Winkel stellen und befestigen mittelst des Segmentes *H* und der Schraube *I*. Die Oberfläche des runden Tisches *G* trägt eine Reihe paralleler Stäbe *K* von Holz oder Metall, zu dem nämlichen Zwecke dienend, wie die *g* Fig 10. Dieselben werden auf Schienen *L* gelegt, die der Länge nach in auf der Oberfläche des Tisches *G* gemachten winkligen Einschnitten gleiten, um frei in eine zur Oscillationsachse parallele Linie überzugehen.

Nachdem der Tisch die richtige Neigung erhalten, wird das Werkstück mit dem daran befestigten Leitstab oder Schlitten darauf gelegt (und zwar setzt man den Leitstab zwischen die Stäbe *K*, um das Werkstück der Quere nach bewegen zu können), während eine Längen- oder Querbewegung durch die gleitende Tischplatte hergestellt wird; es können nun dann erforderlichen Falls zwei gleichzeitige Bewegungen mit der oscillirenden und drehenden Bewegung des Tisches um den Mittelzapfen auf dem Träger *B* verbunden werden, oder man kann eine oder mehrere dieser Bewegungen getrennt oder vereinigt anwenden. Das Werkstück wird gegen die Säge gerückt und zwar entweder mittelst mechanischer Hilfsmittel oder von Hand, mittelst der Längen- und Querschritten, zusammen oder getrennt, mittelst der horizontalen oder drehenden Bewegung des Tisches, die dazu dient, die Säge in den Schnitt zu führen, während die Adjustirung des Tisches in hin- und hergehender oder winklicher Richtung die gewünschte Krümmung des Schnittes gibt. Es leuchtet also ein, dass eine grosse Anzahl unregelmässiger Formen durch diese Maschinen sich herstellen lässt. Obgleich der Lauf des Längsschlittens nothwendig beschränkt ist, so wird dadurch doch die Länge des zu bearbeitenden Werkstückes nicht eingeschränkt; denn dadurch, dass man die Stellung des Leitstabes oder Querschlittens verändert und den Längsschlitten wieder zurückbewegt, können Hölzer von beliebiger Länge bearbeitet werden.

(*Practical Mechanic's Journal*, Jan. 1858)

## Ueber Brückenträger von gleichem Widerstand.

Von *J. Langer*, Ingenieur.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 und 20.)

### I.

Die Inanspruchnahme eines mit seinen Enden frei aufliegenden Tragbalkens oder Traggeländers in der Richtung der Lothlinie (normal auf seine Länge) ist an irgend einer Querschnittsstelle desselben gleich der Belastung, welche zwischen der Mitte (*M*) und jener Stelle (*N*) vorhanden ist. Diese lothrechte Inanspruchnahme, *R* genannt, ist nämlich (Fig. 1)  $R =$  dem Gewichte in der Strecke *MN*.

Bei einer gleichmässig auf die Länge des Trägers vertheilten Belastung ist diese Inanspruchnahme auf der Mitte desselben  $= 0$ , nimmt von da gegen die beiden Enden hin zu, wo sie am grössten und gleich der halben Totalbelastung  $= \frac{1}{2} Q$  wird. Alle Mittelwerthe derselben fallen auf dem Wege von der Mitte *M* bis zu den Enden *A* zwischen 0 und  $\frac{1}{2} Q$ .

Soll der Träger in Bezug auf die Wirkung dieser Kraft ein Träger von gleichem Widerstand sein, so muss sein tragender Querschnitt an jeder Stelle der Länge im Verhältnisse zu dieser Kraft stehen.

Drückt man den für die Maximalinanspruchnahme  $R = \frac{1}{2} Q$  an den Enden bemessenen Maximalquerschnitt durch *b h* aus und setzt die Breitendimension *b* desselben nach der ganzen Trägerlänge gleichbleibend voraus, dann ist die Höhendimension *h* bezüglich der Kraft *R* variabel; ihr Minimalwerth in der Mitte *M* ist  $h = 0$ , ihr Maximum an den Enden ist  $h = AB$  und die Stetigkeit der Zunahme liegt in der geraden Linie *AM* ausgesprochen, welche diagonal vom Auflagspunkte *A* zur Scheitelmittle *M* hinführt.

Denn kommt von der Totallast *Q* auf jede Längeneinheit des Trägers, welchen wir beispielsweise (Fig. 1) in zehn Längeneinheiten getheilt annehmen wollen, der Gewichtsantheil *q*, so erhält man auf den nacheinander folgenden Abständen:  $\frac{1}{10} L, \frac{2}{10} L, \frac{3}{10} L, \frac{4}{10} L, \frac{5}{10} L$  (diese von der Mitte *M* aus gerechnet), die Lastwirkungen: *q, 2q, 3q, 4q, 5q*, und die erforderlichen Höhendimensionen  $\frac{1}{5} h, \frac{2}{5} h, \frac{3}{5} h, \frac{4}{5} h$ , und  $\frac{5}{5} h = h$ , welche letztere mit dem constanten Breitenmaass *b* multiplicirt allerorts die entsprechenden tragfähigen Querschnitte liefern.

Diese Bemessung gilt für eine gleichförmig über die ganze Länge und für jede symmetrisch zu beiden Seiten der Trägermitte vertheilte Belastung.

Bei Brückenträgern besteht die Gesamtlast 1. aus der constanten gleichmässig über die ganze Länge oder symmetrisch beiderseits der Mitte vertheilten Constructionslast und 2. aus der zufälligen Belastung (Betriebslast).

Wenn nicht die ganze, sondern nur ein Theil der Brückenlänge mit der zufälligen Last beschwert ist, so gleicht die fragliche lothrechte Resultirende *R* an irgend einer Brückenstelle, bis zu welcher die zufällige Last vorgeschritten ist, bekanntlich dem Gewichte, welches von der Mitte (*M*) bis zu jener Stelle (*N*) vorhanden ist, mehr dem Zuwachse von

$$\Delta = \frac{g}{8L} (L - 2x)^2,$$

in welchem Ausdrucke der Buchstabe *g* den auf die Längeneinheit entfallenden Antheil der zufälligen Belastung, *L* die ganze Brückenlänge und *x* den beliebigen Abstand der gedachten Stelle von der Trägermitte bezeichnet.

Für den Fall, dass die zufällige Last nur auf der halben Brückenlänge (von *A* bis *M*) vorhanden ist, d. h. für  $x = 0$ , gibt der obige Ausdruck den Maximalwerth  $\Delta = \frac{1}{8} g L = 0,125 g L$ .

Für  $x = \frac{1}{10} L$  erhält man den Zwischenwerth  $\Delta = 0,080 g L$ ,

„  $x = \frac{2}{10} L$  „ „ „ „  $\Delta = 0,045 g L$ ,

„  $x = \frac{3}{10} L$  „ „ „ „  $\Delta = 0,020 g L$ ,

„  $x = \frac{4}{10} L$  „ „ „ „  $\Delta = 0,005 g L$ ;

für die Brückenenden, wo also die zufällige Last bei ihrem Vorschreiten die ganze Brückenlänge einnimmt, oder dieselbe noch nicht berührt, nämlich für  $x = \pm \frac{1}{10} L$ , erhält man den Minimalwerth  $\Delta = 0$ .

Dieser Ueberschuss der Verticalinanspruchnahme *R* zeigt sich also am grössten für den Trägerquerschnitt auf der Brückenmitte, von wo er nach den Brückenenden hin abnimmt, um hier gänzlich zu verschwinden.

Die Stetigkeit der Abnahme dieses Ueberschusses stellt

sich graphisch in der Curve  $MA$  dar (Fig. 1), indem man die verschiedenen Werthe von  $\Delta$  als Ordinaten in den zugehörigen Abständen von der Mitte auf die Diagonale  $MA$  positiv aufrägt.

Mit Rücksicht also auf den Einfluss der theilweisen beweglichen Belastung erlangt die fragliche Verticalpressung  $R$  auf der Mitte des Trägers den Maximalwerth  $R = \frac{1}{2} gL$ , und die hier erforderliche Querschnittshöhe  $MM' = y$  findet sich (bei der constanten Querschnittsbreite von  $b$ ) aus der Proportion:

$$h : y = \frac{1}{2} Q : \frac{1}{2} gL = \frac{1}{2} Q : \frac{1}{2} G,$$

die grösste zufällige Gesamtlast ( $gL$ ) durch  $G$  ausgedrückt. Hieraus

$$y = \frac{1}{4} h \frac{G}{Q}.$$

Wenn ein Tragbalken oder eine Tragwand unter der Voraussetzung einer durchgehends gleichmässigen Querschnittsbreite ( $b$ ) in seinen Höhendimensionen nach der vorgezeichneten, den lothrechten Lastwirkungen entsprechenden Anlage construirt ist, so besitzt er nach seiner ganzen Länge die erforderliche Widerstandsfähigkeit gegen die Trennung seiner Theile in besagter (lothrechter) Richtung, er besitzt die nöthige Steifheit in Bezug auf die Resultirende  $R$ .

Um das Object als Brückenträger von gleichem Widerstand zu vollenden, sind dann noch die Bedingungen der Stabilität in Bezug auf das Gleichgewicht der horizontalen Lastwirkungen im Sinne der Körper von gleicher Festigkeit zu erfüllen, und die gebotenen Vorkehrungen gegen seitliche Bewegungen in üblicher Weise zu treffen.

Dergestalt liefert die Fig. 2 in den Umrissen  $ABMM'$  die allgemeine Form eines Brückenträgers von gleichem Widerstand, die Wand desselben kann nun eine volle oder gleichmässig durchbrochene sein.

Mit gleichmässiger Durchbrechung erscheint die Tragwand als eine Gitterwand, wobei die Gitterwerksglieder zum Zwecke der Zusammenfügung und der beabsichtigten Steifheit auf verschiedene Weise systematisch geordnet sein können.

Es ist selbstverständlich, dass die Träger auf den Widerlagern derart ruhen, dass hieselbst alle — die horizontalen und die lothrechten — Lastwirkungen ihren Gehalt finden.

Der Halt gegen den Horizontalschub des Systems besteht in dem Widerstande einer von einem Ende  $A$  zum andern horizontal gezogenen Spannkette  $AOA$  und die Uebertragung der horizontalen Lastwirkungen auf die Widerlager und auf die Ankerstellen der besagten Spannkette erfolgt in letzter Reihe durch die untern Längsglieder des Systems — durch die Stemmriegel  $AM'$ .

Bei der allgemeinsten Form einer Tragwand von gleichem Widerstand, wie sie Fig. 2 darstellt, angelangt, kann man zu den Modificationen einzelner Constructionstheile schreiten, die sich aus der gewählten Art der Vergitterung bei einer Anordnung von durchgehends winkelrechten Abmessungen in den Gittergliedern speciell ergeben.

Dahinzielende, mit dem Bedürfnisse des gewählten Kreuzverbreitungssystems oder des angewendeten Diagonalverspannungssystems im Gitterwerk zusammenhängende Betrachtungen führen auf die Bildung der Fig. 3 und 4.

Nichts steht der weiteren Modification im Wege, welche in den folgenden Figuren 5 und 6 angedeutet erscheint. Diese besteht in der Erhebung der Trägermitte  $M$  über das Niveau der Endpunkte  $B$  hinaus, was die Wirkung äbt, die aus der Belastung des Systems resultirenden Horizontalkräfte in allen Theilen der Construction zu ermässigen, die letztere zu consolidiren und zierlicher zu gestalten.

Die auf solche Weise im Sinne der Körper von gleicher Festigkeit construirten Tragwände sind vor allem jenen todten Lasten bar, welche bei den gewöhnlichen Tragwänden dem Materiale des Gitterwerks innewohnt, und bei Objecten von grossen Spannweiten sehr bedeutend und für das Maass der Tragfähigkeit, diese aufzehrend, sehr nachtheilig ist.

Mit der Ausmerzung dieser bedeutenden todten Last aus der Construction werden die Gitterträgersysteme für sehr grosse Spannweiten anwendbar. Die öconomischen und die technischen Grenzen der Ausführbarkeit rücken allzumal weit über die bisher berechneten Marken hinaus, während im Uebrigen die Bedingungen des Gleichgewichts in Bezug auf Stabilität, Solidität und Dauerhaftigkeit, wie selbe beim gemeinen Gitterbalken zu erfüllen sind, unverändert aufrecht bleiben.

Die Fig. 7 und 8 stellen schliesslich zwei im Brouillon vervollständigte Längensichten solcher Brückenträger vor. Die Brückenbahn mit den Fahrgeleisen kann entweder auf dem Rücken der Tragwand aufgelegt sein, wenn derselbe horizontal gehalten ist, oder sie kann längs der horizontal gezogenen Spannkette hinlaufen, mittelst Tragstangen sammt der Spannkette an dem steifen Rückgrat aufgehängt und so getragen sein. Es lassen sich auch zwei Bahnen übereinander anordnen, die eine alsdann längs der Spannkette laufend, die andere auf dem Rückgrat unmittelbar aufliegend, eine Anordnung, welche bei Objecten von grosser Spannweite öfter geboten ist.

## II.

Zur Ausführung der zu betrachtenden Construction kann man entweder das bekannte Detail der Blechschiengitter mit Nietenverbindung wählen, oder das Detail der Schiffkorn'schen Kreuzverbreitung mit Hängsäulen anwenden, letzteres unter gewissen Modificationen und Vervollständigungen.

Beim erstgenannten Detail sind alle Gitterstäbe, sowohl die Druck- wie die Zugschienen, behufs der Uebertragung der Lastwirkungen auf die Widerlager in Anspruch genommen, bei letzterem sind zu diesem Zwecke nur die Hauptstreben und die Hängstangen des Gitterwerks thätig, während die Gegenstreben zu gleichem Zwecke nur vorübergehend und erst dann angestrengt werden, wenn sie — was während des Vorschreitens der zufälligen Last über die Brücke geschieht — die Function der Hauptstreben in gewissem Maasse übernehmen; daher man auch bei diesem Kreuzverbreitungssystem von den Gegenstreben nicht mehr und nicht weniger zu sagen pflegt, als dass sie die Solidität der Construction erhöhen. Diese einseitige Function der Streben rührt von der einseitigen Verbindungsweise derselben her, wornach sie mit ihren Stossenden sich stumpf berühren, so dass sie nur dem Druck widerstehen, nicht aber auch zum Zuge angeregt werden können. Es sind daher sowohl die Haupt- als auch die Gegenstreben dieses Systems Druckstreben, während bei der Diago-

der Spannung der Blechschienengitter Druckstreben mit Zugstreben abwechseln.

Zur Ausführung meiner Trägerconstruction eignet sich eben so gut ein drittes System der Vergitterung, wobei die Haupt- (Druck-) Streben von Gußeisen, die Gegen- (Zug-) Streben von Schmiedeseisen hergestellt gedacht werden und ihre Verbindung eine derartige ist, dass beide Partien — die eine auf Druck, die andere auf Zug — angeregt sind.

Die Anwendung und Benützung der beiden erstgenannten Gittersysteme zu meiner Tragwandconstruction, nämlich das übliche Schienengitter mit Nietverbindung und jenes der Schiefkorn'schen Kreuzverstrebung soll hier näher betrachtet werden.

Fig. 9 (Bl. Nr. 20) stellt ein Schienengitter vor mit dem stufenweisen Uebergange der einfachen Verkreuzung zur zwei-, dreifachen etc. (Der einfachste Fall eines Gitterwerkes dieser Art, wenn sich nämlich die Streben an ihren Enden berühren, ohne sich zu kreuzen und zu durchschneiden, gibt die sogenannte einfache Gitterwand. Bei dieser entfällt auf die Länge  $e$  eines Feldes (von Knoten zu Knoten gemessen) nur eine Strebe; bei der zweifachen Gitterwand entfallen auf dieselbe Feldlänge  $e$  (auf die Horizontalprojection der Strebe der einfachen Wand) zwei Streben; bei der dreifachen Gitterwand drei Streben etc.; allgemein bei der  $m$ -fachen Gitterwand  $m$  Streben.

Fig. 10 repräsentirt ein Gitterwerk mit Kreuzverstrebung und Hängstangen und veranschaulicht die Uebergänge der einfachen Kreuzung in die zweifache, dreifache etc.

Ein Feld der einfachen Wand umfasst ein Strebekreuz in den sich schneidenden Diagonalen  $\alpha\gamma$  und  $\beta\delta$  nebst einer Hängsäule in der Verticalen  $\alpha\delta$ .

Ein Feld der zweifachen Tragwand zählt zwei Strebekreuze und drei Hängsäulen, jede von der einfachen Länge  $\alpha\delta$ , z. B. das Feld  $\kappa\lambda\mu\nu$ .

Ein Feld der dreifachen Kreuzverstrebung liefert drei Strebekreuze und fünf Hängsäulenelemente von gleicher (oberer) Länge  $\alpha\delta$ .

So besteht ein Feld von vierfacher Durchkreuzung aus vier Strebekreuzen und sieben Hängsäulen; allgemein besteht ein Feld der  $n$ -fachen Verkreuzung aus  $n$  Strebekreuzen und aus  $(2n - 1)$  Hängsäulen.

Wenn die Hängsäulen in dieser Weise gezählt und für die Tragfähigkeit ausgenutzt werden sollen, so müssen sie in allen Kreuzknoten der Streben unveränderlich mit diesen verbunden sein, wie sie es in allen Scheitel- und Endpunkten derselben sind. Diese Fixirung ist mittelst der Ringe der Hängsäulen in den gedachten Punkten bewerkstelligt, durch welche Ringe Schraubenbolzen gehen.

Inanspruchnahme der Gitterwerksglieder (Streben und Hängstangen). — Die Berechnung der Pressungen und Spannungen der Gitterglieder einer gewöhnlichen Tragwand, bei der nämlich das Gitter nach der ganzen Trägerlänge ebenmässig durchgeführt ist, ist bekannt.

Eben so und nicht anders berechnet sich die Inanspruchnahme der Gitterglieder bei meiner modificirten Tragwand, die aus der einfachen Verkreuzung allmählig und stufenweise in die 2, 3, 4 und  $n$ -fache übergeht.

Beim Schienensystem hat man nämlich den Druck oder Zug auf die diagonalen Streben im beliebigen Abstände  $MN$  von der Trägermitte,

$$Z = D = \frac{Q}{m \cdot \cos \alpha} \quad (I),$$

wenn  $Q$  das Gewicht und die Belastung, welche auf die Trägerstrecke  $MN$  entfällt,  $\alpha$  den von der Strebenrichtung mit der Lothlinie eingeschlossenen Winkel und  $m$  die Anzahl der Streben, welche die  $m$ -fache Gitterwand bilden, bezeichnet.

Beim Kreuzverstrebungssystem hat man die Pressung in den Hauptstreben auf die beliebige Entfernung  $MN$  von der Objectsmitte

$$D = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha} \quad (II)$$

und die Spannung in den Hängsäulen in beliebigem Abstände

$$Z = \frac{Q}{2n - 1} \quad (III)$$

wobei  $Q$  die obige Bedeutung hat,  $n$  die Anzahl der Strebenkreuze, welche bei dieser Gitterart die  $n$ -fache Tragwand bilden, bezeichnet und  $2n - 1$  die Anzahl der Hängsäulen ausdrückt, welche der  $n$ -fachen Gitterwand der betrachteten Strecke zukommen.

Für gleichmässige Gewichts- und Belastungsvertheilung kann  $Q = g \cdot MN$  gesetzt werden, wobei  $g$  das auf die Längeneinheit entfallende Gewicht bezeichnet, und die obigen Ausdrücke schreiben sich

$$Z = D = \frac{g \cdot MN}{m \cdot \cos \alpha} \quad (I')$$

$$D = \frac{g \cdot MN}{n \cdot \cos \alpha} \quad (II')$$

$$Z = \frac{g \cdot MN}{2n - 1} \quad (III')$$

Die Maximalinanspruchnahme der Gitterglieder irgend einer Wandstrecke befindet sich am Ende dieser fraglichen Strecke. Die Minimalinanspruchnahme der Gitterglieder irgend einer Strecke liegt am Anfang derselben. So befindet sich bei den Gitterwerken Fig. 9 und 10 das Maximum der Materialinanspruchnahme an der Grenze  $BN$  und  $DO$  nach der Richtung der zwei- und dreifachen Strecke hin, das Minimum derselben eben daselbst nach der entgegengesetzten Richtung hin, beide also zu den Seiten der Gitterübergänge. Die einzelnen Gitterstrecken werden so bemessen, dass diese Maxima der Inanspruchnahme an allen Uebergangsstellen und am Schluss des Systems (am Endständler) einander gleich werden.

So ist beim Blechschienensystem Fig. 9

$$Z'_{\max} = D'_{\max} = \frac{Q'}{2 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MN}{2 \cos \alpha})$$

für die erste Strecke (bei  $BN$ ),

$$Z''_{\max} = D''_{\max} = \frac{Q''}{4 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MO}{4 \cos \alpha})$$

für die zweite Strecke (bei  $DO$ ),

$$Z'''_{\max} = D'''_{\max} = \frac{Q'''}{6 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MP}{6 \cos \alpha})$$

für die dritte Strecke (bei  $FP$ ),

$$Z'_{\min} = D'_{\min} = \frac{Q'}{4 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MN}{4 \cos \alpha})$$

für die zweite Strecke (bei  $BN$ ),

$$Z''_{\min} = D''_{\min} = \frac{Q''}{6 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MO}{6 \cos \alpha})$$

für die dritte Strecke ( $DO$ ).

Beim Kreuzverstrebungssystem ist (Fig. 10)

$$D'_{\max} = \frac{Q'}{\cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MN}{\cos \alpha})$$

für die Hauptstreben der einfachen Strecke,

$$D''_{\max} = \frac{Q''}{2 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MO}{2 \cos \alpha})$$

für die Hauptstreben der zweifachen Strecke,

$$D'''_{\max} = \frac{Q'''}{3 \cos \alpha} \quad (\text{oder} = \frac{g \cdot MP}{3 \cos \alpha})$$

für die Hauptstreben der dreifachen Strecke etc.,

$$Z'_{\max} = Q' (= g \cdot MN)$$

für die Hängstangen der einfachen,

$$Z''_{\max} = \frac{Q''}{3} \quad (= \frac{g \cdot MO}{3})$$

für die Hängstangen der zweifachen,

$$Z'''_{\max} = \frac{Q'''}{5} \quad (= \frac{g \cdot MP}{5})$$

für die Hängstangen der dreifachen Strecke, etc.

Die Inanspruchnahme der Längsglieder (Stemmbänder, Spannketten). — Die unteren Längsglieder meiner aus 2, 3 oder mehreren Gitterstrecken combinirten Tragwand sind Stemmbänder, welche rückwirkend (auf Druck) in Anspruch genommen werden. Im Wege dieser gelangen die aus der Last resultirenden Horizontalkräfte an die Streckbänder (Schienenketten, Drahtseile), welche von Widerlager zu Widerlager gezogen sind und an den äussersten Fusspunkten der Tragwand wurzeln.

Die von den Gitterstreben zunächst an die Stemmbänder *AB*, *CD*, *EF*, Fig. 9 und 10, übertragenen Horizontalschübe finden also ihre letzte Stütze am Fusse der Endständer bei *F*.

Die Fortpflanzung der Horizontalschübe von einem Stemmband auf das andere, nämlich von *AB* auf *CD*, und von *CD* auf *EF*, bewerkstelligt sich mittelst der Gitterstreben, welche von den Fuss- oder Wurzelpunkten *B* und *D* der einzelnen Gitterstreben von den Endpunkten der einzelnen Stemmbänder auslaufen. Diese Gitterglieder sind (in Fig. 9) zunächst die Hauptstreben *BC*, *DE* mit ihren zugehörigen Gegenstreben, in Fig. 10 sind es zunächst die Hauptstreben *BC* und *DE* mit ihren Gegenstreben und Hängstäben, wobei in beiden Fällen die nächst nachfolgenden Gitterwerksglieder des Systems, obgleich in abnehmender Weise zur Mitwirkung veranlasst werden.

Damit der Uebergang der Horizontalschübe von einem Stemmbande auf das andere sich allmäliger gestalte und sich sanfter bewirke, lege ich zwischen je zwei dieser Stemmbänder ein Mittelband, das Stemstück *B'C'* zwischen *AB* und *CD*, das Stemstück *D'E'* zwischen *CD* und *EF*, (Fig. 11 und 12) und verbinde diese Zwischenstücke durch eine Reihe neu hinzutretender Gitterglieder mit dem vorhergehenden Stemmbande, durch eine zweite Reihe bereits vorhandener, der weitem Gitterstrecke angehöriger, Gitterglieder mit dem nachfolgenden Stemmbande.

Man erkennt bei einiger Beachtung, wie und in welchem Sinne bei dieser Anordnung die Horizontalschübe von einem Stemmbande zum andern übergehen, wie die neu hinzugekommenen Gitterglieder einerseits und die bereits vorhandenen andererseits beansprucht worden, ohne das oben berechnete, aus den lothrechten Lastwirkungen resultirende Maass ihrer Maximalpressung oder Maximalspannung zu überschreiten.

Die Totalsumme der von einem Stemmbande auf das andere übergehenden und schliesslich im äussersten Stütz-

punkte des Systems am Fusse *F* anliegenden Horizontalschübe, gleich der Summe der horizontalen Pressungen des Stemmrückens in der Scheitelmittle *M*, berechnet sich aus dem Totalgewicht *Q* des Balkens *MP*, aus der Höhe *FP = MM' = h* des Scheitelpunktes *M* über dem Fusse *F*, und aus dem Horizontalabstande *FS = s* des letztern Punktes (*F*) von der verticalen Schwerlinie des Trägers nach der Formel

$$H = \frac{Qs}{h} \quad (\text{IV}).$$

Für gleichförmige Lastvertheilung wird  $s = \frac{1}{2} MP = \frac{1}{2} l$ , gleich der halben Länge des Balkens *MP*, die Länge derselben *l* gesetzt, und es wird

$$H = \frac{Ql}{2h} \quad (\text{IV}').$$

Wollte man die Gesamtlast des ganzen Objectes von einem Auflager zum andern  $2Q = P$ , und die Gesamtlänge desselben innerhalb der letztern  $L = 2l$  in die Formel einführen, so würde man diese schreiben

$$H = \frac{PL}{8h} \quad (\text{IV}').$$

Die allgemein gültige Formel (I) gibt das Maass des Horizontalschubes nicht nur für den äussersten Wurzelpunkt *F*, sondern auch für jeden andern Fusspunkt des einen oder andern Stemmbandes im beliebigen Abstände von der Trägermitte *M*, also namentlich auch für die Endpunkte der Stemmbänder für die Wurzelpunkte *B* und *D* der einzelnen Gitterstrecken. Fig. 9 und 10.

So ist der Horizontalschub im Wurzelpunkte *B* der einfachen Gitterstrecke ausgedrückt durch

$$H' = \frac{Q's'}{h'} = \frac{Q's'}{\frac{1}{2}h}, \quad (\alpha)$$

wobei *Q'* das Gewicht der betreffenden Trägerstrecke *MN*,  $s' = BS'$  den horizontalen Abstand dieses Gewichtes vom Fusse *B*, und  $h' = \frac{1}{2}h$  die Höhe *BN = MM'* bezeichnet.

Desgleichen ist der Horizontalschub im Wurzelpunkte *D* des Stemmbandes *CD* ausgedrückt durch

$$H'' = \frac{Q''s''}{h''} = \frac{Q''s''}{\frac{2}{3}h}, \quad (\beta)$$

wobei *Q''* das Gewicht der Trägerstrecke *MO*,  $s'' = DS''$  den horizontalen Abstand dieses Gewichtes vom Fusse *D* und  $h'' = \frac{2}{3}h$  die betreffende Höhe *DO = M'M* bezeichnet.

Der im Stützpunkte *B* des Stemmbandes *AB* angesammelte und wirksame Horizontalschub *H'* wird von den Haupt- und Gegenstreben *aa*, *bb*, . . . entgegengenommen, und übergeht im Wege dieser zur Hälfte an das untere Stemmband *CD*, um auf die Wurzel *F* des Systems fortzuwirken, und wandert zur andern Hälfte in den Stemmrücken *MP*, um hier (im Theile *NO*) in den gegenwirkenden Horizontalpressungen aufzugehen.

Desgleichen übergeht im Stützpunkte *D* des Stemmbandes *CD* der hier versammelte Horizontaldruck zu  $\frac{2}{3}$  auf das unterste Streckband *EF*, um auf die Wurzel *F* fortzuwirken und wandert zu  $\frac{1}{3}$  in den Stemmrücken, sich hier (innerhalb *OP*) in den entgegengesetzten Pressungen aufhebend.

Es übergeht natürlich nicht der gesammte im Endpunkte eines Stemmbandes angesammelte und wirksame Schub an das

nächste Stemmband, sondern nur ein bestimmter aliquoter Theil desselben.

Setzt man in der obigen Formel ( $\alpha$ ) statt des Höhenmaasses  $BN = \frac{1}{3}h$ , jenes  $NN = DO = \frac{2}{3}h$ , so erhält man einen Horizontalschub

$$\mathfrak{H}' = \frac{Q's'}{\frac{2}{3}h} \dots \dots \dots (V')$$

und dieser ist der an das nächste Stemmstück  $CD$  übergehende aliquote Theil. In diesem Falle, nämlich beim Uebertritt des Schubes vom einfachen Gitterwerk zum zweifachen, wird also  $\mathfrak{H}' = \frac{1}{2}H' =$  der Hälfte des in  $B$  vorhandenen Schubes und verläuft sich die andere Hälfte in den Stemmücken.

Schreibt man in der obigen Formel ( $\beta$ ) statt des Höhenmaasses  $DO = \frac{2}{3}h$  jenes  $O'O = FP = h$ , so erhält man den ins unterste Streckband  $EF$  übergehenden Schub

$$\mathfrak{H}'' = \frac{Q''s''}{h} \dots \dots \dots (V''),$$

der also um  $\frac{1}{3}$  geringer ist als  $H''$ , da sich  $\frac{1}{3}$  in den Stemmücken verläuft.

Die Spannung der Schienenkette oder des Drahtseiles, das zur Gegenhaltung des gesammten Horizontalschubes, wie oben bemerkt, an den Wurzeln des Gittersystems entspringt, ist natürlich nach seiner ganzen horizontalen Länge eine gleichmässige, insofern die Wirkungen der Stemmblätter an den Wurzelstellen  $F$  summarisch an dasselbe übergehen.

Diese Spannung steht mit der Horizontalkraft  $H$  am Fusse  $F$  und am Scheitel  $M$  des Systems im Gleichgewicht und liegt in der Gleichung (I) ausgesprochen.

Die Pressung des Stemmückens in jenen Punkten seiner Länge, welche mit den Wurzelpunkten der einzelnen Gitterstrecken correspondiren, also in den Uebergangs- oder Wechselstellen der letzteren, in den Punkten  $N, O, P$  erhält man durch die Differenz der Werthe  $H$  und  $H'$ ,  $H$  und  $H''$  [s. Formeln (I), ( $\alpha$ ), ( $\beta$ )].

Es ist nämlich diese Pressung:  
für die Rückenstelle  $N$

$$H - H' = \frac{Qs}{h} - \frac{Q's'}{\frac{2}{3}h} \dots \dots \dots$$

für die Rückenstelle  $O$

$$H - H'' = \frac{Qs}{h} - \frac{Q''s''}{\frac{2}{3}h}, \text{ also auch } \dots \dots \dots (VI).$$

für die Rückenstelle  $P$

$$H - H = 0 \dots \dots \dots$$

Es ist nöthig, zumal bei Objecten bedeutender Spannweite, die ungleichen Pressungen im Stemmücken von Strecke zu Strecke zu kennen, um die Querschnitte der betreffenden Stemmglieder den örtlichen Inanspruchnahmen gemäss zu bemessen, durch angemessene Querschnittsveränderungen des Stemmückens eine stufenweise gleichmässige Inanspruchnahme des Materials auch in diesem Constructionstheile zu erzielen und so die ganze Construction möglichst zu einem Träger von gleicher Festigkeit zu gestalten.

Wie und in welchem Sinne die Horizontalschübe von einem Stemmbande mittelst der Gitterwerksglieder an das andere übergehen, lässt sich durch folgende kleine, etwas näher eingehende Betrachtung verdeutlichen.

Fig. 13 stelle eine einfache Gitterwand mit dem Gerippe der Kreuzverstrebung und mit der Erweiterung von der einfachen Verkreuzung zur eineinhalbfachen vor.

Am Fusspunkte  $B$  der einfachen Strecke wirke der Horizontalschub  $H'$ . Die ersten Stützen, welche diesen Schub aufnehmen, sind die Strebearme  $Ba$ , der eine abwärts, der andere aufwärts gerichtet. Durch diese beiden gelangt die eine Hälfte des Schubes, d. i.  $\frac{1}{2}H'$  sogleich an das untere Stemmband im Knoten  $a$ , die andere Hälfte ( $\frac{1}{2}H'$ ) gelangt an den zunächst oberhalb und correspondirend liegenden Kreuzknoten  $a$ . Die hierbei aus der Spreizung der beiden Streben hervorgehenden, einander direct entgegengesetzten Verticalzüge ( $\frac{1}{2}H'$ ) werden durch die betreffende Hängstange  $aa$  aufgehoben, während die beiden Horizontalschübe weiter wirken, der eine im untern Knotenpunkte  $a$  auf das untere Stemmband, der andere im obern Knotenpunkte  $a$  auf die nächsten zwei Strebearme  $b$ , woselbst der Schub ( $\frac{1}{2}H'$ ) zu gleichen Theilen an die beiden Knotenpunkte  $b$  gelangt,  $\frac{1}{4}H'$  nämlich sich aufwärts in den Stemmücken verliert,  $\frac{1}{4}H'$  in den beiden Streben  $bc$  weiter wirkt, während die in den beiden Knoten  $b$  hervorgerufenen Verticalkräfte durch die betreffende Hängsäule  $bb$  aufgehoben werden.

Im Verfolge dieser Fortwirkungen gelangen an das untere Stemmband durch die Strebearme  $a, b, c, d, \dots$  die Horizontalschübe

$$\frac{1}{2}H' + \frac{1}{8}H' + \frac{1}{32}H' + \frac{1}{128}H' + \dots = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^4} + \dots\right) H' = \frac{2}{3}H';$$

an den Stemmücken durch die Gegenstrebearme  $a, b, c, d, \dots$  die Horizontalschübe

$$\frac{1}{4}H' + \frac{1}{16}H' + \frac{1}{64}H' + \frac{1}{256}H' + \dots = \left(\frac{1}{2^2} + \frac{1}{2^3} + \frac{1}{2^4} + \frac{1}{2^5} + \dots\right) H' = \frac{1}{3}H'.$$

Fig. 14 stelle ein Schienengitter vor mit den stufenweisen Uebergängen von der simplen Diagonalverspannung und Diagonalverstrebung zur einfachen und eineinhalbfachen Diagonalverkreuzung — die Gitterstreben solidarisch, auf Zug und Druck, miteinander verbunden. Der Horizontalschub  $H'$  übergeht im Wurzelpunkte  $B$  des Stemmbandes  $AB$  durch die zwei Streben  $Ba$  zur Hälfte (nämlich zu  $\frac{1}{2}H'$ ) an das untere Stemmband  $CD$ , zur andern Hälfte ( $\frac{1}{2}H'$ ) an das Rückenstemmband in der Richtung der beigezeichneten Pfeile. Zu Folge der diagonalen (45 gradigen) Winkelstellung der beiden Streben treten in den Kopf- und Scheitelpunkten  $a, a$  verticale einander entgegen und gegenüberstehende Kräfte ( $= \frac{1}{2}H'$ ) auf, welche sich durch die Streben  $ab$  auf den Kreuzknoten  $b$  übertragen, wo sie sich aufheben, wo sich aber zugleich ein Horizontalgezug nach der Richtung des Pfeiles, von  $b$  nach  $B$ , geltend macht, zu dessen Aufhebung der Einleger  $bB$  dient.

Betrachtet man den Einleger  $bB$  als eine Fortsetzung des Stemmbandes  $AB$ , so ist die Vorstellung natürlich, dass der Horizontalschub  $H'$  zum halben Theil durch die zwei Streben  $Ba$  (indem sie auf Pressung beansprucht werden), zum halben Theil durch die beiden Streben  $ba$  (indem diese gezogen werden) an das untere und an das Rückenstemmband übergehe,

wobei die in sämmtlichen Knotenpunkten auftretenden gegeneinander gerichteten Verticalkräfte sich paralisiren.

Ein ähnliches Raisonement ergibt sich aus der Betrachtung des bei *D* (Fig. 14) an das nächste Stemmband übergehenden Schubes *H'*. Die beigezeichneten Pfeile deuten die Richtungen der hierbei wirkenden Kräfte an. An dieser Stelle findet man vom Schube *H'* an das untere Stemmband  $\frac{1}{3}$ , an das Rückenstemmband  $\frac{1}{3}$  übergehen.

Vorkehrungen gegen den Windstoss. — Die zu beiden Seiten der Fahrbahn von einem Auflager zum andern laufenden, parallel gestellten Längsträger tragen an ihrem Rückgrat nach dem ganzen oder grössten Theil seiner Länge ein Gerippe von Kreuzstreben in horizontaler Lage, das sie verbindet und gegen die Einwirkungen des Windstosses und überhaupt gegen seitliche Schwankungen sicher stellt. Ist die Fahrbahn nicht auf dem Rückgrat der Gitterwand selbst aufgelegt, sondern längs der untern Begrenzung des Objects, längs der Spannkette angebracht, so erhält die Fahrbahn ausserdem ihr eigenes Versteifungsgitter gegen jede Beweglichkeit im horizontalen Sinne.

Die beiderseitigen Längsträger (Gitterwände) können aber auch, anstatt parallel zu laufen, in der Objects- und Scheitelmittle *M* zusammentreffen und so anlaufen, dass sie von da aus nach den Widerlagern hin divergiren, und von den Widerlagern gegen die Scheitelmittle hin convergiren, wodurch sie die diagonalen Stellungen *DM* und *P'M* (Fig. 15,  $\alpha$ ) annehmen. Dieser Convergenz und resp. Divergenz der Gitterwände folgen indess nicht die zugehörigen Spannketten *DD* und *D'D'*. Diese bleiben zur Fahrbahn parallel gerichtet und gerade gespannt. Der neu resultirende Seitendruck, welchen die Tragwände bei dieser Anordnung auf die Wurzeln des Systems ausüben, muss alsdann an diesen Wurzelstellen, an den Fuss- und Ankerpunkten *D*, durch eigene Spannschienen *DD* aufgehoben werden. Fig. 15  $\alpha$  zeigt die obere Ansicht einer solchen Zusammenstellung; Fig. 15  $\beta$  die Seitenansicht und Fig. 15  $\gamma$  den Querschnitt des Objects durch die Mitte *M*.

Erfordert die Berechnung und Construction einer Brücke mehr als zwei, z. B. vier Längsträger, so wird man das innere Paar derselben in der eben vorgeschlagenen Weise diagonal stellen, und das äussere Paar parallel zur Fahrbahn und gerade fortlaufend anordnen können, das solidarische Zusammenwirken beider Paare durch entsprechende Querverbindungen herstellend.

Diese Anordnung wird sich bei Brücken von bedeutenden Spannweiten vortrefflich bewähren, denn sie ist geeignet, die Standfestigkeit der Construction in Bezug auf seitlich einwirkende Kräfte zu vollenden. Die mit dieser Anordnung bei Anwendung von nur zwei Längsträgern zusammenhängenden Unbequemlichkeiten hinsichtlich der Befestigung der Fahrbahn sind dagegen gering und die diesfälligen Schwierigkeiten leicht zu überwinden. Bei Anwendung von vier Längsträgern fallen dieselben ganz weg.

## Der magnetische Wasserstandszeiger von Lethuillier-Pinel.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 19.)

Die Wasserstandszeiger der Dampfkessel, welche auf der Anwendung von Schwimmern beruhen, sind bekanntlich mit mehreren Mängeln behaftet, welche einer allgemeinen Anwendung derselben im Wege stehen. Abgesehen davon, dass das Entweichen des Dampfes nicht leicht verhindert werden kann, haben die Reibung in der Stopfbüchse und andere Bewegungshindernisse fehlerhafte Angaben zur Folge, wodurch der Zweck dieser Apparate in einem für die Sicherheit sehr bedenklichen Grade unerreicht bleibt.

Damit der Apparat den Wasserstand stets richtig anzeige, ist es unerlässlich, dass der Schwimmer in seinen Bewegungen vollkommen frei und durch keine Widerstände gehemmt sei. Diese Bedingung scheint unter allen bisher bekannten Apparaten dieser Art der magnetische Wasserstandszeiger (indicateur magnétique) von Lethuillier-Pinel am vollkommensten zu erfüllen; alle Widerstände, welche sonst durch die Stopfbüchse und andere Hindernisse das freie Spiel des Schwimmers hemmen, das Entweichen des Dampfes, das häufige Schmieren, und das fortwährend nothwendige Probiren, ob der Schwimmer ungehindert spiele, sind dabei vermieden. Dieser Apparat, welcher vom Hrn. k. k. Rath W. Engerth in der Versammlung vom 24. April d. J. zur Sprache gebracht wurde (s. S. 81, 4. Heft.), ist auf Bl. Nr. 19 dargestellt.

Ein auf 10 Atmosphären probirtes hohes Sphäroid bildet den Schwimmer, auf welchen eine Stange aufgesetzt ist, deren oberes Ende einen kräftigen Magnet trägt, welcher in einen auf dem Kessel aufgeschraubten Cylinder von Kupfer, der unmittelbar mit dem Dampfraume communicirt, hineinreicht, und in diesem steigt und fällt. An der Aussenfläche des Cylinders ist eine Facette angebracht, auf welcher ein frei aufgelegtes Stückchen weichen Eisendrahtes von der durch das Kupfer wirkenden Anziehung des Magnetes festgehalten wird und allen Bewegungen desselben, und somit auch des Schwimmers folgt. Das Drahtstückchen durchläuft dabei eine an der Facette angebrachte Theilung, deren Nullpunkt dem normalen Wasserstande im Kessel entspricht, und macht auf diese Weise den Wasserstand ersichtlich.

Wenn der Schwimmer die untere Grenze seines Spieles erreicht, öffnet er eine Dampfpeife und zeigt hiedurch den eingetretenen Wassermangel unfehlbar an.

Das Drahtstück aus weichem Eisen dient dem Magnet als Armatur, und letzterer behält trotz der Hitze des Dampfes, wie die Erfahrung gezeigt hat, den Magnetismus lange Zeit bei; mehr als 1800 solche Apparate stehen zum Theil schon seit fünf Jahren anstandslos im Gebrauche.

Bei neuen Dampfkesseln kann der magnetische Indicator sammt der Lärmpeife, dem Manometer und einem Sicherheitsventile an einem Stutzen angebracht werden (Fig. 3), wodurch der wesentliche Vorthail erreicht wird, die Zahl der Oeffnungen im Kessel möglichst zu vermindern; mit noch einem zweiten Ventil ist der Kessel mit allen gesetzlichen Sicherheits-Apparaten versehen.



Ein magnetischer Wasserstandszeiger mit 21 Centimeter Spiel, ohne Dampfpeife (Fig. 1) kostet 160 Francs; mit Peife (Fig. 2) 180 Francs.

### Amerikanisches Sicherheitsventil für Dampfkessel von J. C. Day.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 18.)

Die Wirkung des bekannten Sicherheitsventils auf Dampfkessel zur Verhinderung eines übertriebenen Dampfdrucks ist nicht vollkommen. Denn die Dampfausslassöffnung, wenn das Ventil sich hebt, ist zu klein, um dem Dampfe einen entsprechenden Ausweg zu verschaffen, wenn das Feuer in voller Gluth ist, und es genügt nicht, die Entstehung von Gasen und überhitztem Dampfe zu verhindern, der man viele Zerberstungen zuzuschreiben geneigt ist, namentlich gerade in dem Augenblicke, wenn die Maschine nach einem Stillstande wieder in Gang gesetzt, oder wenn der Kessel bei niedrigem Wasserstande sehr erhitzt wird. Wäre nun nicht in der Regel der Maschinenmann in der Lage, das Rauchregister zu schliessen oder die Feuerthüren zu öffnen, so würden bei nur gewöhnlichen Sicherheitsmaassregeln Kesselzerberstungen, anstatt jetzt eine leider nur noch zu häufige Ausnahme zu sein, die Regel bilden. In Erwägung dieser Sachlage hat man daher zu allen Zeiten darnach getrachtet, wirksame Schutzmaassregeln dadurch aufzustellen, dass man die Dampfausslassöffnung im Kessel grösser zu machen sucht, und darauf geht auch die Vorrichtung hinaus, die wir jetzt beschreiben wollen. Dieselbe rührt vom Ingenieur J. C. Day in Hacketstown, N. J., Vereinigte Staaten, her, an den man sich deshalb wenden kann.

Fig. 15 auf Blatt Nr. 18 ist ein Verticaldurchschnitt, Fig. 16 ein Horizontaldurchschnitt nach der Linie AA und Fig. 17 ein Horizontaldurchschnitt nach der Linie BB. Das Wesen der Vorrichtung besteht in der Einführung eines frei aufliegenden Scheibenventils (balance puppet valve) von grossen Verhältnissen, welches aus dem Ventilsitz vermöge einer verhältnissmässig geringen Kraft gehoben werden kann und so gesetzt und angeordnet ist, dass durch das Heben eines gewöhnlichen Sicherheitsventils der ausströmende Dampf unter das Scheibenventil tritt und dieses hebt. Vorgesorgt ist, dass es nicht zu weit geöffnet werden kann. Die Wirkung endigt, wenn der Dampfdruck im Kessel entsprechend ermässigt worden ist.

Diese Vorrichtung hat das Ansehen einer Trommel mit Kuppel und Schornstein und befindet sich oben auf dem Kessel.  $c$  und  $c'$  stellen die obere und untere Scheibe des Ventils vor; die untere ist etwas grösser als die obere. Der Kesseldampf strömt durch die Kreisbogenöffnungen bei  $DD'$  und füllt den Raum zwischen  $D$  und  $D'$  und  $c$  und  $c'$ . Der Druck erfolgt mithin auf  $c$  aufwärts und auf  $c'$  abwärts. Der grössere Druck auf letztere Scheibe trägt mit Berücksichtigung ihrer Schwere zum besseren Schluss im Sitze bei. Wegen der praktischen Schwierigkeit, unter den vorliegenden Umständen ein Scheibenventil dampfdicht geschlossen zu halten, hat man die untere Scheibe  $c'$  mit einem beweglichen Ring  $c''$  versehen, wodurch dampfdichte Packung hergestellt ist. Die Scheibenspinde  $E$

geht aufwärts durch eine Führung  $G$  und ist abwärts verlängert zu einem Kolben  $E'$ , der im Stiefel  $H$  leicht auf und nieder geht.  $i$  ist ein kleines Sicherheitsventil, so eingerichtet, dass es sich von selbst im Stutzen  $J$  gerade führt. Der belastete Hebel  $KL$  hält es geschlossen. Vom Stutzen  $J$  geht ein Rohr  $M$  zum Stiefel  $H$ , in welchem unten ein kleines Loch  $N$  sich befindet.

Steigt nun der Dampfdruck im Kessel übermässig, so tritt Dampf aus dem Stutzen  $J$  durch das Rohr  $M$  in den Stiefel  $H$  und wirkt auf den Kolben  $E'$ . Da aber weder das Ventil  $i$ , noch der Kolben  $E'$  fest an ihren Wandungen streifen, so kann der Dampf in mässiger Menge zwischen den ringförmigen Spalten, sowie auch durch das Loch  $N$  entschlüpfen. Wird der Dampfdruck aber so stark, dass er das Sicherheitsventil sehr hoch aus dem Sitze hebt, so wird auch der Dampf in Masse durch das Rohr  $M$  (grösser im Querschnitt als das Loch  $N$ ) treten, sich unter  $E'$  ansammeln, den Kolben heben und somit auch das Scheibenventil  $c$  und  $c'$ , wodurch eine grosse Oeffnung zum Dampfabfluss aus dem Kessel geschaffen wird. Fällt die Spannung in demselben, so schliesst sich das Sicherheitsventil  $i$  fest im Sitze, und entschlüpft endlich der Dampf wieder durch die ringförmigen Spalten und das Loch  $N$ , so sinkt auch das Scheibenventil wieder dampfdicht in seinen Sitz, und Alles kommt zur Ruhe und bleibt darin ohne Dampfverlust, bis die Spannung etwa wieder zu hoch wird.

Man wird nirgends Stopfbüchsen in der Vorrichtung und nur geringe Reibung bemerken. Eine Kette lässt sich im Falle des Bedürfnisses vom Hebel  $L$  nach oben führen, um den Maschinenmann in den Stand zu setzen, das Ventil zu heben, sich gelegentlich zu vergewissern, dass Alles in Ordnung sei; doch dürfen keine Mittel zu vermehrter Belastung vorhanden sein. Hingegen kann man Vorsorge treffen, dass mit Hilfe eines entsprechenden Schlüssels in den Händen des Ingenieurs die beziehentliche Hebelstellung des Gewichts  $K$  verändert werden kann. (Deutsche Gewerbezeitung, 1858 Heft 2.)

### Ueber die Sperrvorrichtung an den Bremsen der Eisenbahnfahrzeuge von A. Lindner in Wien.

Von den königlich preussischen Eisenbahn-Directionen sind Berichte darüber erstattet worden, ob und in wie weit an den Fahrzeugen der betreffenden Bahnen die von A. Lindner in Wien erfundene Sperrvorrichtung an Bremsen zur Anwendung gekommen ist, und welche Vortheile dieselbe bezüglich eines raschen und kräftigen Erfolges der Bremsen gewährt hat. Diesen Berichten zufolge ist jene Sperrvorrichtung an den Bremsen der Fahrzeuge der Westphälischen, der Saarbrücker und der Aachen-Düsseldorf-Ruhrorter Eisenbahn bis jetzt noch nicht, dagegen versuchsweise an den Bremsen einer grösseren Zahl von Fahrzeugen der Ostbahn, so wie der Oberschlesischen, der Niederschlesisch-Märkischen und der Bergisch-Märkischen Eisenbahn angebracht worden. Die Berichte werden im Folgenden auszugsweise mitgetheilt:

1. Oberschlesische Eisenbahn. Die mit obiger Sperrvorrichtung seit etwa drei Monaten angestellten Versuche haben ein sehr befriedigendes Resultat ergeben, indem die damit



versehenen Bremsen sowohl bei ganz neuen, 5 bis 7 Zoll breiten, als auch bei schon stark abgenutzten, 3 bis 4 Zoll breiten Bremsklötzen nach 2 bis 3 Umdrehungen fest angezogen sind, während ohne diese Sperrvorrichtung häufig erst 10 bis 15 Umdrehungen genügen, um die Bremse einigermaßen festzustellen. In Fällen, wo es auf ein recht schleuniges Anhalten ankommt, ist daher die Lindner'sche Vorrichtung von wesentlichem Nutzen.

Da die erforderliche Abänderung an den gewöhnlichen Bremsen leicht anzubringen und auch nicht kostspielig ist, so wird beabsichtigt, diese Sperrvorrichtung bei den Personen- und bedeckten Güterwagen nach und nach einzuführen, dagegen bei den niedrigen offenen Kohlenwagen mit der Einführung nicht so schnell vorzugehen, weil hier die Einrichtung schwieriger und kostbarer ist.

2. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn. Die Lindner'sche Sperrvorrichtung wurde versuchsweise an zwei älteren Wagen angebracht und bei den neueren Wagenbestellungen durchweg vorgeschrieben. Vollständige Erfahrungen über ihre Haltbarkeit konnten noch nicht gemacht werden, weil die neuern Wagen erst zu kurze Zeit im Betriebe sind. Die Sperrvorrichtung ist dahin regulirt, dass bei geöffneter Bremse 5 Umdrehungen genügen, um sie festzustellen; es ist sonach die Wirksamkeit ganz die erwartete. Jedoch wurde für nöthig erachtet, hinter den Bremsklötzen Stellschrauben anzubringen, welche bewirken, dass die Bremsklötze sich gleichmässig ablösen. Schon früher benutzte man bei den Bremsen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn solche Stellschrauben, und liess dieselben nach Maassgabe der Abnutzung der Bremsklötze durch besondere Arbeiter auf den Endstationen reguliren. Wenn jedoch die Bremse so weit geöffnet war, dass die Hängeisen sich gegen die Stellschrauben legten, so wurden bei unachtsamer und gewalthätiger Handhabung der Spindel die Hängeisen verbogen. Dieser Uebelstand ist durch die Lindner'sche Vorrichtung beseitigt.

Die Feder, welche gegen die Sperrklinke drückt, ist bei der neuen Einrichtung mehrmals gebrochen und dann durch eine Spiralfeder aus Stahldraht von  $\frac{1}{16}$  Zoll Durchmesser ersetzt worden. Ferner hat sich einmal die Zahnstange verbogen, ohne dass jedoch die Wirksamkeit der Vorrichtung dadurch beeinträchtigt worden wäre. Sollte letzteres häufiger vorkommen, so müsste die Zahnstange durch eine Blechkapsel dagegen geschützt werden.

3. Bergisch-Märkische Eisenbahn. Da die Lindner'sche Sperrvorrichtung der Bewegung der Bremsspindel nur bestimmte, enge Grenzen setzt, und dadurch ein unnöthiges Lösen resp. Entfernen der Bremsklötze vom Rade vermeidet, um stets in kürzester Zeit die Bremsklötze an den Radkranz festlegen zu können und die Bremsen zur Wirksamkeit gelangen zu lassen, so wird sich dieser Zweck nicht bei einer solchen Brems-Construction erreichen lassen, deren Bremswellen auf den Bremsgehängen liegen; es sei denn, dass man den Nachtheil eines Schlagens der Klötze unbesiegt lassen will. Bei dieser Construction sind die Bremsklötze von verschiedener Schwere, und es legt sich daher der auf der Welle befestigte, schwerere Klotz beim Losdrehen, wenn auch nur locker, gegen das Rad und schlägt an dasselbe bei der Bewegung des Wagens an.

Die Vermeidung dieses Uebelstandes hat man dadurch erreicht, dass man den leichtern Klotz, sobald die Bremsspindel noch weiter nach derselben Richtung gedreht wird, an eine Stellschraube anpresst und dadurch festlegt, und auf diese Weise die fernere Bewegung, resp. Entfernung vom Rade nur auf den schweren Klotz überträgt. Wollte man nun in diesem Falle die Lindner'sche Vorrichtung anwenden, so würde man das Princip derselben ganz verloren geben oder doch wenigstens bedeutend schwächen.

Bei solchen Bremsen dagegen, deren Wellen auf dem Untergestelle des Wagens befestigt sind, und daher eine unbedingt feste Lage erhalten haben, zeigt sich die Lindner'sche Vorrichtung vollkommen wirksam. Es hält jedoch sehr schwer, die Bremsklötze, selbst bei Verwendung eines Holzes von übereinstimmender Textur, zu einer gleichmässig kräftigen Wirkung zu bringen, wenigstens für die Dauer sie darin zu erhalten, während die erstere Art von Bremsen sich auch dann noch als vollständig wirksam erweist, wenn die Klötze zum Theil schon verschliffen sind.

Die Lindner'sche Sperrvorrichtung wird daher erst dann allgemein einzuführen sein, wenn sie auch für Bremsen anwendbar ist, deren Wellen auf den Gehängen liegen.

4. Ostbahn. Die Lindner'sche Sperrvorrichtung ist an den Bremsen zweier sechsrädriger Güterwagen angebracht. Obwohl nun nach unausgesetztem Gebrauche jener Wagen in den Zügen eine Abnutzung der Bremsklötze noch nicht in dem Maasse eingetreten ist, dass die Vorrichtung selbst während des Ganges der Wagen in Thätigkeit treten könnte, so unterliegt es doch nach den sonstigen Versuchen gar keinem Zweifel, dass dieselbe vollkommen ihrem Zwecke entspricht.

Gleichwohl wird die allgemeine Einführung dieser Vorrichtung an den Bremsen der Ostbahn, deren Construction zur kräftigen Handhabung nur wenige Umdrehungen und geringen Zeitaufwand nöthig macht, nicht als Bedürfniss angesehen, und erscheint der mit der allgemeinen Einführung verbundene Kostenaufwand nicht anrathlich.

(*Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen. Hft. 3—6. 1858.*)

### Auszug

aus dem Bericht der von dem königl. sardinischen Gouvernement eingesetzten Commission zur Prüfung der von den Ingenieuren Grandis, Grattoni und Sommeiller erfundenen Maschinen zur Anfertigung von Tunneln.

(*Aus Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen. Heft 3—6, 1858.*)

Der Bericht weist im Eingange darauf hin, wie es seit vielen Jahren schon der Wunsch der Bevölkerung sowohl, als auch die Absicht der Regierung sei, Savoyen mit Piemont, Genua mit Frankreich und der Schweiz mittelst Eisenbahnen zu verbinden, welche die grosse Kette der Alpen überschreiten. Es werden die ausserordentlichen Schwierigkeiten hervorgehoben, welche sich der Ausführung dieses Planes entgegenstellten, und dem jetzt verstorbenen Herrn Medail aus Bardonnèche das Verdienst zugeschrieben, zuerst den Vorschlag gemacht zu haben, welchen spätere Untersuchungen als den besten bestätigt hätten, nämlich den Uebergang beim Col de Fréjus, zwischen Bardonnèche und Modane, zu bewirken. Die von der Regierung angeordneten Ermittlungen der Ingenieure Mauss und Angelo Sismonda hätten gleichfalls ergeben, dass kein anderer Uebergangspunkt einen Vergleich in irgend einer Beziehung mit dem erwähnten aushalten könne.

Aus den mehrfachen Berichten des Herrn Mauss über seine darauf begonnenen kunstgerechten Untersuchungen der Linie von Susa nach

Chambery, und aus einem von ihm im Februar 1849 vorgelegten Project wird darauf erwähnt, dass nach diesem Plane der südliche Eingang der grossen Verbindungsgalerie zwischen den beiden gegenüberliegenden Thälern der höchste Punkt der ganzen Linie ist, und dass derselbe 1363 Meter über dem Meeresspiegel liegt, während die nördliche Mündung bei Modane 1150 Meter über dem Meere liegt, die ganze Länge des Tunnels 12230 Meter, seine Neigung 18,8 pro mille beträgt, seine Richtung ungefähr von Mittag nach Norden, circa 22 Grad nach Westen abweichend geht, und die Sohle 1600 Meter unter dem Gipfel des Col de Fréjus liegen würde; dass ferner der südliche Zugang eine Steigung von schliesslich 35 pro mille erreichen wird, während am nördlichen Ausgang die Steigung 30 Tausendstel nicht übersteigt.

Es werden in Kürze die zahlreichen grossen Schwierigkeiten erwähnt, welche ein Werk von so ungewöhnlicher Ausdehnung darbieten müsste, so wie die Bemühungen des Herrn Mauss, diese Schwierigkeiten mit einer Aushöhlungsmaschine zu überwinden, welche mittelst heftiger und zahlreicher Meisselschläge den Felsen abarbeiten sollte. Zwei solcher Maschinen sollten einander entgegenarbeiten, und die Bewegung der in den beiden Thälern aufzustellenden Wasserräder bis zu den Aushöhlungsmaschinen mittelst Seile und Rollen übertragen werden. Dem Ventilationsbedürfniss wollte er durch Windflügel mit Centrifugalkraft, von Strecke zu Strecke angeschlossen an die Uebertragungsvorrichtungen der Arbeitskraft nach der Maschine, genügen.

Diese Vorschläge des Herrn Mauss, im Jahre 1849 einer technischen Commission unterbreitet, deren Berichterstatte der jetzige Minister der öffentlichen Arbeiten war, wurden von derselben insofern angenommen, als sie, in Erwägung der grossen Wichtigkeit, welche die schnelle Ausführung der savoy'schen Eisenbahn für den Staat habe, und in Anbetracht der günstigen Ergebnisse, welche eine nach den Angaben des Herrn Mauss von Herrn Thémaz gebaute Probemaschine geliefert habe, beschloss, dass Hand an die Ausführung von Aushöhlungsmaschinen und hydraulischen Motoren gelegt werden solle, damit bei der Wiederkehr ruhigerer Zeiten die Forschungen beendet und die Mittel bereit wären, mit den Arbeiten den Anfang zu machen.

Der Bericht gibt zu, dass, wenn auch die dem Uebergangssystem des Herrn Mauss gemachten Einwürfe übertrieben wären, dasselbe dennoch sehr vielen Reibungs- und anderen Widerständen unterworfen sein würde und zu häufigen Unterbrechungen der Arbeit Anlass geben könnte. Viel weniger noch könne indessen geläugnet werden, dass dem Bedürfniss der Ventilation in keiner genügend sicheren Weise abgeholfen wäre.

Es wird ferner auf die, allen Denjenigen, welche Kenntniss von unterirdischen Arbeiten haben, bekannte Schwierigkeit hingewiesen, in denselben eine gute circulirende Luft hervorzurufen, namentlich dann, wenn die Galerien nur eine einzige Mündung haben, wo also der natürliche Luftzug fehlt.

Diese Schwierigkeit, die Bewegung der Luft in jedem der beiden Anfänge des Tunnels lebendig zu erhalten, wären jedenfalls die Ursache gewesen, weshalb Herr Mauss, auf den so wirksamen Gebrauch der Minen (d. h. Sprengung mit Pulver) verzichtend, anknüpfte an die erwähnte Art, den Felsen mit Meissel und Keil abzuarbeiten, indem er so die Nothwendigkeit vermied, durch eine kräftige Ventilation im Tunnel die bei den Pulverexplosionen erzeugten Gase und Dämpfe zu zerstreuen.

Erwähnt werden darauf die Bestrebungen des gelehrten Physikers Colladon zu Genf, auf einem anderen Wege zu demselben Ziele zu gelangen. Auf ein Gesuch desselben, ihm ein Patent auf seine Methode, Tunnels auszuhöhlen, zu ertheilen, erhielt er ein solches von der Regierung auf fünfzehn Jahre unter dem 30. Juni 1855.

Das Wesen der Erfindung des Herrn Colladon besteht in der Anwendung zusammengepresster Luft, um einer im Grunde des Tunnels aufgestellten Durchbohrungsmaschine die Wirkung eines unter freiem Himmel arbeitenden Motors zuzuführen, in gewisser Beziehung ein Gegenstück zu dem „Mittel, die Kraft der Flüsse weiter zu übertragen,“ erdacht von Dionys Papin, und veröffentlicht 1688 zu Leipzig.

Am selben Tage, dem 30. Juni 1855, wurde ein anderes Patent auf vierzehn Jahre dem Herrn Thomas Bartlett, einem bei den Arbeiten der Victor-Emanuel-Eisenbahn angestellten Ingenieur, für eine Erfindung ausgemacht, über welche wir mehrmals und ausführlich im Laufe dieses Berichts zu sprechen haben werden. In der Hauptsache ist die Maschine des Herrn Bartlett eine kleine Dampfmaschine, Locomobile, mit hori-

zontalem Cylinder und directer Wirkung, aber mit Hinzufügung von Nebentheilen, welche sie zur Minenarbeit geeignet machen.

Die Stange des Dampfkolbens trägt den Kopf eines zweiten Kolbens, welcher sich, übereinstimmend und verbunden mit jenem, in einem zweiten Cylinder bewegt, dessen Achse in der Verlängerung des ersten liegt, und welchen wir (um ihn von diesem zu unterscheiden) den pneumatischen Cylinder nennen werden. In diesem Cylinder nun bewegt sich noch ein dritter Kolben, unabhängig von den beiden ersten, und seine lange und kräftige Stange trägt an ihrem Ende einen Meissel. Von den beiden Kolben des Luftcylinders ist eine bestimmte Menge Luft eingeschlossen, welche bei der directen Bewegung des Dampfkolbens zusammengedrückt wird, und, den Dienst einer Feder versehend, den unabhängigen Kolben vorwärts drückt, so wie den Meissel zum heftigen Durchstossen des Felsens treibt, welcher durchbohrt werden soll; am Ende der Bewegung in diesem Sinne entweicht ein Theil der zusammengepressten Luft durch Aufstossen einer Klappe.

Darauf fängt die rückwärtsgehende Bewegung des Dampfkolbens und desjenigen Kolbens an, welcher mit ihm verbunden ist; die im Luftcylinder zurückgebliebene Luft dehnt sich aus, wird schwächer als die äussere Luft, und der Druck dieser letzteren, auf die Vorderfläche des meisseltragenden Kolbens wirkend, nöthigt denselben, der rückwärts gehenden Bewegung der andern zu folgen. Gegen das Ende dieser Rückkehr beginnt ein kleines Loch in der Wand des Luftcylinders sich zu öffnen, und zwar nach innen in den Zwischenraum zwischen den beiden Kolben, in welchen durch jenes Loch eine Luftmenge eintritt, gleich der, welche am Schluss der Zusammendrückung verdrängt worden war.

Alle diese Bewegungen folgen mit einer solchen Schnelligkeit, dass der Meissel auf 200 bis 300 Schläge in der Minute kommt, dabei erhält derselbe ausser der geradlinig hin- und hergehenden Bewegung von demselben Motor eine fortdauernd drehende Bewegung um seine eigene Achse.

An diese kurze Beschreibung, welche der Bericht für ausreichend erachtet zur Beurtheilung des Wesens und der Hauptvorteile der Bartlett'schen Maschine, wird die Bemerkung geknüpft, dass dieselbe, wenn auch unzweifelhaft von grossem Nutzen bei Minen- und Sprengarbeiten unter freiem Himmel, oder in Tunnels von nur geringer Tiefe, sich doch nicht wohl anwenden lassen würde, wenn die Tiefe des Tunnels so bedeutend wird, dass sich in der Tiefe desselben Feuerung und Kessel nicht anbringen oder im Betrieb erhalten liessen, andererseits aber auch ein ausserhalb erzeugter Dampf nur mit übermässigem Wärmeverlust hineingeführt werden könnte. Selbst wenn auch diese Schwierigkeiten beseitigt würden, so bliebe doch immer noch für eine so kräftige Ventilation zu sorgen, dass die Temperatur im Tunnel erträglich und derselbe von den Wasserdämpfen befreit würde, die mit jedem Kolbenhube aus dem Cylinder entweichen müssten.

Der Bericht fasst darauf die Betrachtungen über die bisher erwähnten Maschinen dahin zusammen, dass Herr Mauss zwar eine zum Abarbeiten des Felsens geeignete Maschine erdacht habe, welche aber eine bessere Art der Bewegungsübertragung wünschen lasse, und noch mehr eine gute Ventilation des Tunnels; dass Hr. Colladon diesen beiden Bedürfnissen durch die Anwendung der zusammengepressten Luft genügt habe, ohne indessen ein neues besseres Mittel anzugeben, diese Luft in grosser Menge zu schaffen, und ohne seiner Bohrmaschine eine Einrichtung gegeben zu haben, welche sie für alle Bedürfnisse der Minenarbeiter geschickt mache. Herr Bartlett endlich habe wohl ein Werkzeug, passend für diese Zwecke, erdacht, habe indessen eine bewegende Kraft für dasselbe vorgeschlagen, welche keiner Anwendung in den Höhlen eines Tunnels fähig sei.

Es wird darauf hingedeutet, dass eine Verbindung der Gedanken des Herrn Colladon mit denen des Herrn Bartlett, nämlich bei der Maschine des Letzteren die zusammengepresste Luft an die Stelle des Dampfes zu setzen, die Lösung der Frage vollständig machen würde, wenn derselben nicht noch ein wesentlicher Theil, die Erfindung einer Maschine fehlte, welche die Luft in einfacher, gleichzeitig aber auch wirksamer Weise zusammenpresste.

In Bezug auf die nöthige Wirksamkeit der Maschine, um dem zweifachen Bedürfniss für die Bewegung der Aushöhlungsmaschine und für die Ventilation des Tunnels zu genügen, machte der Bericht darauf aufmerksam, dass für den vorliegenden Fall des Alpentunnels eine Luftmenge möglicher Weise auf eine Entfernung von über 6000 Meter zu befördern sein

würde, welche, zurückgeführt auf den gewöhnlichen Druck einer Atmosphäre, mehr als einen Cubicmeter für jede Secunde betragen würde, und für Augenblicke, welche unmittelbar auf etwaige Pulverexplosionen folgten, noch viel mehr. Es müssten also grosse Mengen zusammengedrückter Luft hervorgebracht, und ein Theil davon aufbewahrt werden können, um nach Belieben den Gang der Ventilation regeln zu können. Wäre nun die Zusammenpressung der Luft nicht sehr gross, so müsste das Fassungsvermögen dieser Behälter ein übermässiges sein, und andererseits würde schwach zusammengepresste Luft nicht dazu dienen können, die Durchbohrungsmaschine in Bewegung zu setzen; sie würde wegen der Reibungswiderstände in den Röhrenleitungen kaum und nur mit der geringsten Geschwindigkeit im Innern des Tunnels ankommen, und die Anwendung von Röhren mit einem in der That ausserordentlichen Durchmesser erforderlich machen; es würde somit auch Aufgabe sein, eine Anwendungsart der bewegenden Kraft aufzufinden, welche gestatte, sich derselben an den beiden Mündungen des Tunnels zur Erzeugung einer grossen Menge stark zusammengepresster Luft zu bedienen.

Der Bericht fährt darauf fort:

„Die Lösung einer solchen Aufgabe ist noch niemals, soviel wir wissen, versucht worden, bevor die Herren Ingenieure Grandis, Grattoni und Sommeiller derselben ihr Nachdenken zuwandten.

Die unvermeidlich verwickelte Zusammensetzung der Mechanismen, welche man anzuwenden beabsichtigte, um die Zusammendrückung der Luft mittelst Kolbenmaschinen zu bewirken, welche von Wasserrädern bewegt werden, der Verlust eines grossen Theils der angewendeten Kraft, welcher durch derartige Mechanismen verursacht werden würde, erlauben nicht, von diesen Mitteln irgend einen brauchbaren Erfolg zu hoffen.

Unsere Ingenieure schlugen daher vor, zur Zusammenpressung der Luft unmittelbar die Wirkung einer Wassersäule anzuwenden.

Der Gedanke war an und für sich nicht gerade neu; die Gebläsemaschine, seit undenklichen Zeiten im Harz angewendet, und der Heronsbrunnen, im Grossen benutzt zur Hebung des Wassers bei denen von Chemnitz, liefern zwei wohlbekannte Beispiele. Aber die ersteren können nur sehr schwach zusammengepresste Luft erzeugen, der zweite verursacht unvermeidlich und unabhängig von allen sonstigen passiven Widerständen einen ausserordentlichen Verlust an bewegender Kraft, und erfordert unbedingt den Gebrauch einer Wassersäule von einer solchen Höhe, dass sie, zusammen mit dem Druck der Atmosphäre, hinreicht, um der Spannkraft der zusammengepressten Luft, welche sie erzeugen will, das Gleichgewicht zu halten. Diese Nothwendigkeit kann in vielen Fällen die Chemnitzer Maschine ganz unbrauchbar machen; der Verlust an Kraft, welchen sie verursacht, macht sie in allen Fällen unnütz, wo man nicht über eine, so zu sagen, unbeschränkte Kraft verfügen kann.

Die beiden oben erwähnten Maschinen setzen nur allein den hydrostatischen Druck des Wassers in Thätigkeit; die Herren Grattoni, Sommeiller und Grandis aber wollen die lebendige Kraft mit ins Spiel bringen, welche es beim Herabfliessen erlangt. Man denke sich eine Wasserleitung von einigen Decimetern im Durchmesser, welche senkrecht oder mit starker Neigung von einer Höhe herabsteigt, z. B. von 15 oder 20 Meter. An dem tiefsten Punkte dieser Leitung setzt sich eine kurze, horizontale Röhre von demselben Durchmesser an, welche dann am Fusse eines cylindrischen Behälters mündet, der, in Form einer hohlen Säule, oben geschlossen ist, und drei oder vier Meter Höhe hat; es versteht sich noch, dass die Communication zwischen der absteigenden Leitung und der horizontalen Röhre nach Belieben mittelst einer passend angebrachten Klappe geöffnet oder geschlossen werden kann, welche wir Speiseklappe nennen wollen, dieser Inbegriff von Theilen bildet, wie man sieht, einen überfliessenden Heber mit zwei ungleichen Armen, der eine längere oben offen, der andere geschlossen.

Man denke sich die Säule voll Luft, und öffne die Klappe; das Wasser wird vermöge seines Eigengewichts durch die Leitung herabfliessen, der Wasserspiegel in der Säule sich zu heben suchen, das von der Luft eingenommene Volumen aber widerstehen und die Luft wird daher zusammengepresst werden. Es ist auch klar, dass, wenn die Oeffnung der Klappe nur sehr klein im Vergleich zu dem Querschnitt der Röhren ist, so dass das Wasser nur mühsam hindurch gehen kann, der Spiegel desselben in der Säule sich nur sehr langsam erheben würde; und jegliche Bewegung wird aufhören, sobald der Druck der darüber befindlichen Luft eben so gross geworden ist, wie der der Wassersäule in der absteigenden Leitung

und dem Drucke der Atmosphäre gleich; die Maschine würde sich durch Nichts, in ihrer Art zu wirken, von dem Heronsbrunnen unterscheiden.

Gibt man aber im Gegentheil der Klappe eine von dem Querschnitt der Röhren wenig abweichende Oeffnung, so wird das Herabfliessen des Wassers sehr rasch erfolgen, und sobald in dem entgegengesetzten Zweige des Hebers die Spannkraft der Luft dahin gelangt sein wird, den Druck auszugleichen, so wird die Bewegung nicht überall mit einem Male anhalten, sondern vermöge der vom Wasser erlangten Geschwindigkeit (oder, wenn man will, seiner Trägheit, oder, wie die Mechaniker zu sagen pflegen, seiner lebendigen Kraft) wird der Wasserspiegel in der aufsteigenden Säule fortfahren, sich zu heben, bis der Widerstand, welchen die Spannkraft der Luft seinem Steigen entgegengesetzt, dahin gelangt ist, jede Geschwindigkeit nach und nach zu vernichten. Bis zu diesem Augenblick also wird sich die Zusammendrückung der Luft fortsetzen, welche zuletzt diejenige bedeutend übertreffen kann, die allein mit dem statischen Druck des Wassers und der Atmosphäre übereinstimmen würde.

Wir haben vorausgesetzt, dass die Säule, in welcher die Luft zusammengedrückt wird, oben durch einen festen Deckel geschlossen wäre; anstatt eines solchen festen Deckels nehmen wir jetzt eine sehr leichte und grosse Klappe an (welche wir Ausgangsklappe nennen wollen), durch welche der obere Theil der Säule in Verbindung treten kann mit einem Recipienten, bestimmt, die zusammengepresste Luft zu sammeln.

Sobald als diese eine hinreichende Spannkraft aufgenommen haben wird, und ehe die aufsteigende Bewegung des Wassers beendet ist, wird die Klappe sich öffnen, und die zusammengepresste Luft wird vom Wasser in das Reservoir getrieben werden. Wenn dann, bei kaum vollendetem Aufsteigen des Wassers, die Speiseklappe geschlossen und eine am Fusse der Zusammenpressungs-Säule angebrachte Ausflussklappe geöffnet wird, so wie eine am oberen Theil jener Säule befindliche kleine Zulassungsklappe für die Luft, so wird das in der Säule enthaltene Wasser durch die untere Klappe entweichen, indem es der atmosphärischen Luft Platz macht, welche durch die obere kleine Klappe eindringt; und die Maschine hat ein Spiel vollbracht und befindet sich in dem Zustande, ein zweites zu beginnen, sobald die Speiseklappe wieder geöffnet wird. Alle diese Bewegungen werden in einer viel kürzeren Zeit gemacht, als die, welche wir zu ihrer Beschreibung gebraucht haben, und es ist nicht schwer zu beweisen, dass mit Rücksicht auf alle passiven Widerstände gleichsam die ganze Wirkung der bewegenden Kraft zur Zusammendrückung der Luft verwendet ist. Das Öffnen und Schliessen der Speise- und Abflussklappen geschieht in den geeigneten Zeitpunkten ohne Zwischenkunft eines Menschen, lediglich durch die selbstthätige Wirksamkeit einer kleinen Wassersäulenmaschine, welche angemessen eingerichtet ist, und deren Bewegungen in passender Weise geregelt werden.

Aus der vorstehenden Beschreibung kann man die Aehnlichkeit entnehmen, welche zwischen der beschriebenen Maschine und dem hydraulischen Widder von Montgolfier besteht; bei der einen wie bei der andern Maschine wird die lebendige Kraft des Wassers, welche es beim Herabfliessen erlangt, benutzt, bei der einen wie bei der anderen verliert diese Kraft in der Zusammenpressung einer Luftmasse.

Allein bei der Maschine des berühmten Franzosen ist diese Zusammendrückung nur nebensächlich, und der Zweck ist die Erhebung des Wassers auf eine den Spiegel des Behälters übertreffende Höhe, während bei der, von welcher wir sprechen, die Zusammendrückung der Luft der Endzweck ist; und, was mehr sagt, im hydraulischen Widder wird die Bewegung des Wassers plötzlich aufgefangen, was einen heftigen Stoss verursacht, der den Namen der Maschine rechtfertigt, bei dem „Compressor“ unserer Mitbürger dagegen erfolgt das Erlöschen der Bewegung langsam und in unmerklichen Graden, weshalb wir es also uneigentlich „Schlag“ genannt haben, und es besser mit „Pulsiren oder Athemholen“ bezeichnet wäre.

So ist der hydropneumatische Compressor der Herren Sommeiller, Grattoni und Grandis beschaffen, welcher von ihnen bei Gelegenheit einer ganz anderen Frage erdacht wurde, nämlich bei Aufsuchung eines passenden Systems des Betriebes auf der geneigten Ebene „dei Giovi“, und im Allgemeinen auf geneigten Ebenen bei Eisenbahnen.“

Es folgt darauf im Berichte die Erwähnung, wie den genannten Ingenieuren bei ihren Studien für den Tunnel „dei Giovi“ bei Busalla der Gedanke gekommen sei, mit ihrer Maschine eine erste Anwendung bei der Durchbohrung des Mont-Cenis-Tunnels zu machen, und zur Anstellung von Versuchen in der Nähe von St. Pier d'Arena unfern Genua einen

ihrer Compressoren aufzustellen und zur Speisung das Wasser einer Leitung zu benutzen.

Erwähnt wird ferner, wie die Regierung, in diesen Erfindungen eine Gewähr für den guten Erfolg in der Ausführung des Alpentunnels erblickend, den Ingenieuren in Gemeinschaft mit dem jetzigen Chef-Ingenieur der Victor-Emanuel-Eisenbahn, Herrn Ranco, den Auftrag zu einer neuen Untersuchung des Terrains erteilt habe, um zu erforschen, ob sich vielleicht einige günstige Abänderungen in den Projecten des Herrn Mauss treffen liessen.

Die Frucht dieser Untersuchungen war der Vorschlag, diese Projecte im Wesentlichen aufrecht zu erhalten, und nur den Tunnel, mit Beibehaltung seiner Richtung, ungefähr einen Kilometer seitwärts nach Westen hin zu schieben.

Nach dieser Abweichung würde die Länge des Tunnels auf ungefähr 12700 Meter kommen, seine Neigung im südlichen Theile 2 auf 1000, und im entgegengesetzten 23 auf 1000 werden, der höchste Punkt aber in der Mitte der Länge 1335 Meter über dem Meeresspiegel zu liegen kommen.

Es wird ferner angeführt, dass eine Commission ernannt sei, um die Maschinen der vorgenannten drei Ingenieure so wie des Herrn Bartlett zu prüfen. Dieselbe machte am 19. März cr. an Ort und Stelle mehrere Versuche über die Zusammendrückung der Luft, über ihre Bewegung in den Röhren und die Anwendung ihrer Kraft auf Bohren von Tunnels mittelst der Maschine des Herrn Bartlett, indem mit dem neuen Bohrer wegen eines unglücklichen Zufalls, der einige Reparaturen erforderlich machte, noch keine Versuche angestellt werden konnten.

Dennoch wurde aber diese Maschine immerhin schon geprüft in Hinsicht auf die Theile, in denen sie abwich von der Zusammensetzung der Maschine des Herrn Bartlett.

#### Versuche mit dem hydraulischen Compressor.

Am Fusse des Hügels St. Benigno, nahe bei St. Pier d'Arena, an einer alten Höhle von klüftigem Kalkstein, ist der mechanische Compressor aufgestellt, mit dem die Commission Versuche anstellen soll; er wird, wie wir schon erwähnt haben, mit Wasser gespeist, welches von einer Leitung entnommen und zu dem Zwecke in zwei Behälter geleitet worden ist, welche an dem jähnen Abhange des Berges in einer Höhe von etwa 24 Meter über der Ausflussklappe der Maschine angelegt sind.

Ein dritter Behälter, 51 Meter über derselben Klappe erbaut, enthält das Wasser, welches dazu bestimmt ist, den beabsichtigten Druck in den Reservoirs aufrecht zu erhalten, in welchen die zusammengedrückte Luft gesammelt wird, und ferner, um die kleine Wassersäulenmaschine in Bewegung zu setzen, welche in den bestimmten Zeiträumen die Speise- und Ausflussklappen der Hauptmaschine abwechselnd öffnet und schliesst. Das Rohr, welches das Wasser aus dem Speisebassin nach dem Compressor führt, die Zusammendrückungs-Säule und das Abflussrohr haben sämtlich 0,45 Meter im Durchmesser.

Die Speiseklappe ist von der Art, dass sie keine Verengung des Querschnittes der Röhre verursacht, und dass ihr Öffnen nur die geringste Kraft erfordert, ungeachtet der Grösse ihrer Oberfläche und der grossen Höhe des von oben hineinfallenden Wassers.

Die Luftklappe, von einer Oberfläche, welche ebenfalls gleich dem Querschnitt der Röhren ist, trennt den obern Theil der Compressionssäule von einem Aufsatze, welcher bei jedem Spiel der Maschine die zusammengedrückte Luft aufnimmt und sie durch eine weite Zweigröhre nach den Reservoirs befördert. Diese bestehen aus zwei Gefässen von Eisenblech von 12 Millimeter Stärke, geformt und zusammengesetzt nach Art der Dampfkessel von cylindrischer Form, an beiden Enden mit halbkugelförmigen Calotten geschlossen; die beiden Kessel stehen mit einander in Verbindung und haben jeder ein Fassungsvermögen von 4240 Liter. Diese Kessel communiciren auch noch an ihrem unteren Theile mit dem Zusammendrückungsgefäss.

Wenn die Maschine im Gange ist, so tritt mit jedem Schlage derselben eine gewisse Menge zusammengedrückter Luft aus der Compressionssäule in die Kessel, indem sie daraus ein gleiches Volumen Wasser verjagt, welches wieder nach dem Behälter zurücksteigt; diese Einrichtung hat die Bestimmung, dass, welches auch der Raum der in dem Kessel enthaltenen Luft sei, dieselbe sich immer auf dem Druck erhalte, welcher der Höhe des oberen Reservoirs über der Pressung einer Atmosphäre entspricht. Diese Höhe beträgt bei der in Rede stehenden Maschine 51 Meter, der Druck der Luft in den Kesseln demnach sechs Atmosphären.

Drei Anzeigeröhren, ähnlich denen der Dampfkessel, lassen in jedem Augenblick die Stelle des Wasserspiegels in den Reservoirs erkennen, und geben ein Mittel, um die im Volumen der zusammengedrückten Luft eingetretenen Vermehrungen und Verminderungen berechnen zu können.

Die Röhren, welche die Leitung der Luft bei den Versuchen zu St. Pier d'Arena bilden, haben 60 Millimeter Durchmesser und sind zweierlei Art; einige nämlich sind von Blei, andere von vulcanisirtem Caoutchouc, mit Leinwand bekleidet. Die Bleiröhren sind in der gewöhnlichen Art angefertigt und in Abschnitte von 15 Meter Länge getheilt, die an den Enden durch Messingmuffen vereinigt sind, welche man zusammengeschraubt hat. Ueber diese Bleiröhren und ihre Anwendung an Stelle gusseiserner Röhren zu sprechen, ist hier nicht der Ort; aber besondere Erwähnung scheinen hier die Röhren von Caoutchouc zu verdienen, welche, während sie durch die Biegsamkeit jegliche Erleichterung darbieten, bei der Verbindung der Leitung mit der Maschine, welcher die bewegende Luft zugeführt werden soll (und es also unnöthig machen, auf die kostspielige und unsichere Anwendung der von Herrn Colladon vorgeschlagenen Gelenkröhren zurückzukommen), durch ihre Einhüllung in Leinwand, obwohl sie nicht stärker als vier Millimeter sind, doch sehr gut dem Drucke einer bis zu sechs Atmosphären zusammengedrückten Luft widerstehen.

Wir haben nicht Gelegenheit gehabt, den Widerstand von Röhren mit mehr als 60 Millimeter Durchmesser zu prüfen, glauben aber, dass man Versuche mit grösseren Röhren anstellen müsse, um zu erfahren, welches der grösste Durchmesser sei, den man mit Sicherheit bei ähnlichen Röhren anwenden könne. Sie sind in Enden von etwa 5 Meter Länge getheilt und unter sich derartig vereinigt, dass die äusseren Enden zweier Theile über eine kurze Metallmuffe gezogen und auf derselben mittelst eines eisernen Bandes oder Ringes, durch Schrauben geschlossen, befestigt werden.

Indem wir jetzt zum Compressor zurückkehren, und bevor die Zahlenresultate der mit ihm angestellten Untersuchungen (siehe am Ende die Anmerkungen A) mitgeteilt werden, wollen wir versuchen, einen Begriff von der Regelmässigkeit und Sicherheit zu geben, mit der er arbeitet.

Die kleine Hilfswassersäulenmaschine öffnet und schliesst mit untrüger Pünktlichkeit die Speise- und Austrittsklappen, und das Geräusch, welches diese beim Niederfallen machen, ist das Einzige, was das Ohr des Beobachters trifft.

Die Dauer jedes Spieles und die Menge der von der Maschine zusammengedrückten Luft kann zwischen ziemlich weiten Grenzen schwanken, je nach der Art, in welcher die Oeffnung und der Schluss der Klappen geregelt wird.

Bei zwei von der Commission angestellten Untersuchungen ist die Dauer eines Spieles einmal 22 Sekunden und das Quantum der in das Reservoir beförderten zusammengedrückten Luft 73,49 Liter gewesen, das andere Mal die Dauer eines Spieles 27 Sekunden und das Volumen der zusammengedrückten Luft 63,58 Liter \*), in beiden Fällen war der Druck sechs Atmosphären. Die Maschine hat also im ersten Falle  $6 \times 73,49 = 441$  Liter, im zweiten Falle  $6 \times 63,58 = 381,5$  Liter atmosphärischer Luft in ein sechsmal kleineres Volumen zusammengedrückst, sie zum Uebergang in ein Reservoir unter dem Drucke von sechs Atmosphären nöthigend. Nun zeigt eine leichte Rechnung, dass, um sechs Liter in einen einzigen zusammenzudrücken, eine Arbeit von 59,37 Kilogramm erforderlich ist, d. h. eine Arbeit, welche nöthig ist, um ein Gewicht von 59,37 Kilogramm auf 1 Meter Höhe (in jeder Secunde) zu heben, und dass, um diesen Liter zusammengedrückter Luft in einen Behälter unter einem Druck von sechs Atmosphären hineinzutreiben, eine Arbeit von noch 51,63 Kilogramm erforderlich ist.

Jeder Liter zusammengedrückter und in den Reservoirs aufbewahrter Luft hat demnach absorbirt und kann wieder abgeben eine Arbeit von 111 Kilogramm, mithin war bei den beiden von uns angeführten Versuchen die Arbeit der Maschine für jeden Schlag in dem einen 8157,4 Kilogramm, in dem anderen 7057,4 Kilogramm, im Mittel also 7600 Kilogramm, welches die von einem kräftigen Pferde in 100 Sekunden verrichtete Arbeit ist.

Aber, was mehr Wichtigkeit hat, ist, den Coefficienten des Nutzeffectes

\*) 1 Liter = 54,703 Wiener Cubicsoll.

1 Meter = 3,1634 Wiener Fuss.

1 Kilogr. = 1,7857 Wiener Pfund.

der Maschine zu bestimmen, d. h. die geleistete Arbeit entgegenzustellen der angewendeten Bewegungskraft. Nun hat, bei dem ersten der angeführten Versuche, die unmittelbare Messung gezeigt, dass in den ersten 35 Spielen der Maschine 2682 Liter zusammengedrückter Luft erzeugt wurden; um diese Wirkung zu erreichen, wurden 23478 Liter Wasser verwendet, welche von einer Höhe von 23,95 Meter kamen, und 237,5 Liter, welche von 51,5 Meter Höhe herabkamen. Es war also die wirkliche Arbeit der Maschine 297797 Kilogrammter. Die bewegende Kraft, oder besser die angewendete bewegende Arbeit, ist 562298 Kilgrmtr., und folglich der Nutzeffect = 53 pCt. der angewendeten bewegenden Arbeit. Indessen aus den in den Anmerkungen A auseinandergesetzten Gründen glauben wir für den Coefficienten der Nutzarbeit nur 0,50 Procent annehmen zu dürfen. Es besteht unseres Wissens keine andere im grossen Maasstabe ausgeführte und zum Zusammendrücken der Luft bis zu sechs Atmosphären bestimmte Maschine, und fehlen daher die Mittel zu einer Vergleichung; aber, wenn wir untersuchen, welches der Nutzeffect der Gebläsemaschinen sei, in welchen die Luft sehr wenig zusammengedrückt wird, nämlich bis zu einer Atmosphäre und einem Zehntel, oder einer und einem Achtel, so finden wir, dass den Beobachtungen d'Ambuisson's zufolge die besseren Gebläsemaschinen mit Kolben einen Nutzeffect geben von

50 pCt., wenn sie durch Dampfmaschinen bewegt werden; von 24 pCt. der Arbeit des Wassergefälles bei Wasserrädern mit Eimern, und von 14 pCt. bei Wasserrädern mit Schaufeln.

Angenommen nun, dass die Zusammendrückung bis zu sechs Atmosphären denselben Kraftverlust verursachen müsse, als die bei den Gebläsemaschinen erhaltene sehr schwache Zusammendrückung, so würde also die Anwendung des hydraulischen Compressors ebenso wirksam sein, wie die einer Dampfmaschine, deren Betrieb einen sehr ansehnlichen Aufwand an Brennmaterial verursachen würde; doppelt so wirksam aber als ein Wasserrad mit Eimern, und beinahe viermal so wirksam als ein Wasserrad mit Schaufeln.

Die Commission glaubte indessen, dass es ihre Schuldigkeit sei, nachzuforschen, von welchen Ursachen der beobachtete Verlust von 50 pCt. herkäme, also zu erfahren, ob es nicht möglich sei, denselben noch mehr zu verringern. Sie erkannte, dass einige dieser Ursachen (als da sind: die Höhe von welcher das Wasser beim Austritt aus der Maschine herabflieset, der Kraftverlust, welcher durch die Ausflussklappe verursacht wird, die Erhitzung der Luft, welche beim Zusammendrücken erfolgt — eine Erhitzung, die wohl merkbar ist, aber bei den von der Commission angestellten Versuchen doch nicht 31 Grad über die Temperatur der umgebenden Luft überschritten hat — die Anwendung einer Hilfsmaschine, um das Spiel der Klappen zu regeln, die möglicherweise erfolgende Verschlückung eines sehr kleinen Theils der zusammengepressten Luft durch das Wasser) aus der Natur der Maschine selbst hervorgehen, und sich wohl verringern, aber nicht ganz beseitigen lassen. Eine andere Ursache des Verlustes hat sie jedoch beobachtet in einer bestimmten Menge zusammengedrückter Luft, welche in der Compressionssäule nach dem Schluss der Austrittsklappe zurückblieb, mithin also nicht nach den Reservoirs befördert wurde, wodurch ein Verlust von ungefähr 8 pCt. entstand, welchem abzuhefen vielleicht nicht zu schwer sein würde. Einige Verbesserungen an der Speiseklappe werden einen andern Grund des Verlustes verschwinden machen. Im Ganzen glaubt die Commission ohne Vermessenheit schliessen zu können, dass fernere prüfende Untersuchungen den Nutzeffect dieser Maschine auf wenigstens 60 pCt. werden bringen können, d. h. dass man nicht mehr als 185 Kilogrammter Arbeitskraft aufzuwenden haben wird, um sechs Liter Luft auf einen einzigen Liter zusammenzupressen, das ist, mittelst eines Gefälles gleich der Hälfte von demjenigen, welches zu einer solchen Zusammendrückung allein mittelst des statischen Drucks des Wassers nöthig sein würde.

Wir haben nicht Gelegenheit gehabt, Versuche über die Zusammendrückung der Luft bis zu weniger als sechs Atmosphären zu machen. Die Analogie indessen führt darauf hin, anzunehmen, dass, wenn die Maschine geeignet eingerichtet ist, sich dieselbe ohne grösseren Verlust an bewegender Kraft erhalten liesse, als er bei der Zusammendrückung auf sechs Atmosphären stattfindet. Wenn die Sache in der That so ist, so würde, um die nöthige Arbeitskraft zu finden, die Rechnung genügen:

Für eine Zusammendrückung von

2	Liter auf den Raum von 1 Liter =	24,77 Kilogrammter,
3	" " " " " 1 " =	57,75 "
4	" " " " " 1 " =	95,03 "
5	" " " " " 1 " =	137,90 "
6	" " " " " 1 " =	185,00 "

Versuche über den Lauf der zusammengedrückten Luft in langen Röhren.

Die Versuche, über deren Zahlenergebnisse wir eben berichtet haben, beweisen klar, dass der hydraulische Compressor der Herren Grattoni, Grandis und Sommeiller sehr vortheilhaft den Dienst vollzieht, zu welchem er erdacht worden ist: den nämlich, die Wirkung eines Wassergefälles umzuwandeln in eine stark zusammengedrückte Luft, mit weniger Unkosten als die sind, welche bei der Anwendung anderer bekannter Maschinen entstehen würden. Aber um diese Maschine zu dem Zweck anzuwenden, in sehr lange Tunneln hinein zum Athmen taugliche und als bewegende Kraft dienende Luft hineinzusenden, ist es nothwendig, sich zu vergewissern, dass die Widerstände, welche die Luft in einer langen Röhrenleitung finden wird, die Spannkraft nicht in dem Maasse verringern, dass sie zu dem beabsichtigten Zweck untauglich wird. Da der Commission keine mit solcher stark zusammengedrückten Luft angestellten Versuche bekannt waren, so glaubte sie mit bezüglichen Untersuchungen die Zweifel zerstreuen zu müssen, welche gerechterweise gefasst werden könnten über die Wirksamkeit dieses Mittels, die Kraft auf grosse Entfernungen zu übertragen.

Man liess daher für diese Versuche eine Leitung zureichten von 60 Millimeter innerem Durchmesser und von einer Gesamtlänge von 399 Meter, zusammengesetzt aus Bleiröhren auf eine Länge von 301 Meter, und Caoutchouc-Röhren in den übrigbleibenden 98 Metern.

Um jegliche Schwierigkeit zu vermeiden, welche die Vorbereitungen zu den Versuchen überflüssig verzögert haben würden, wenn man sämtliche Bleiröhren in lange, geradlinige Strecken hätte ausdehnen wollen, so wurden sie angewendet, wie sie aus der Fabrik kamen, nämlich zusammengewunden in Form von grossen Schraubenlinien von drei oder vier Windungen, und einem Durchmesser von circa 1,10 Meter. Wenn durch diese vervielfachten Windungen und Rückwindungen der Widerstand gegen die Bewegung der Luft in den Röhren irgendwie verändert werden sollte, so würde diese Modification nur eine Vermehrung des Widerstandes sein können, und mithin in dieser Beziehung die Ergebnisse der zahlreichen Versuche, zu denen wir gelangt sind, wohl durch ein Zuviel, aber nicht durch ein Zuwenig fehlen.

(Fortsetzung folgt.)

## Correspondenz der Redaction.

Lahneseisenbahn.

Herr Redacteur! — Am 31. Mai l. J. wurde die erste vollendete Strecke der Lahneseisenbahn dem Verkehr übergeben. Dieselbe ist dazu bestimmt, in ihrer Vollendung einst die Main-Weserbahn von Giessen aus mit dem Rhein, und in ihrer, wenn auch durch die preussische Concessionsverweigerung etwas sehr problematischen Fortsetzung, mit Cöln resp. Deutz zu verbinden.

Diese Bahn, welche immer in dem tief und steil eingeschnittenen in scharfen Windungen sich bewegenden Lahnthale fortgeführt wird, dürfte, in Bezug ihrer Krümmungsverhältnisse wenige ihresgleichen finden, namentlich was das Längenverhältniss der gebogenen Strecken zu den gradlinigen anbelangt.

Das bis jetzt dem Verkehr übergebene Stück vom Rhein bis nach Bad Ems ist 42000' lang (1 Fuss mass. = 30 Centim.); von diesen 42000' sind 23623' laufende Fuss oder 56,2 pCt. Curven, und darunter 5100' oder 21,6 pCt. derselben welche einen Radius von nur 1000' haben, Contrecurven kommen zwar nicht vor, doch ist das kürzeste Stück Gerade zwischen zwei gegenseitigen Curven von je 1000' Rad. nicht länger als 400', und dabei ist noch das jetzt eröffnete Stück die geradlinigste Strecke der ganzen Bahn.

Herr Baurath Haar, dem von Seiten der herzoglich Nassauischen Regierung die Leitung dieses Baues übertragen ist, sucht durch diese kühne Tracirung die Erbauung einer grossen Anzahl von Tunneln und Bahnübergängen zu vermeiden. Die Bahn, deren eine Hälfte im Bau begriffen, und deren Rest eben der Detailausarbeitung unterliegt, soll in drei Jahren ihrer ganzen Ausdehnung nach dem Verkehr übergeben werden.

Bad Ems, 6. Juni 1858.

S.

Fig. 8.

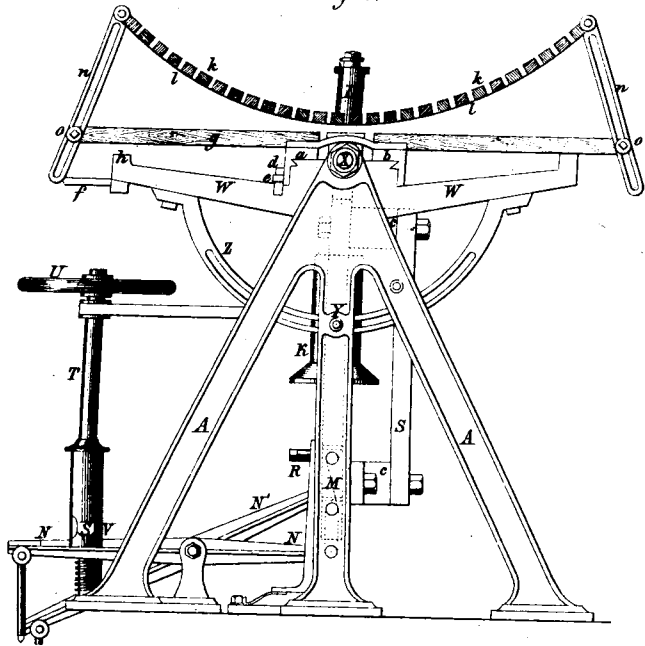


Fig. 9.

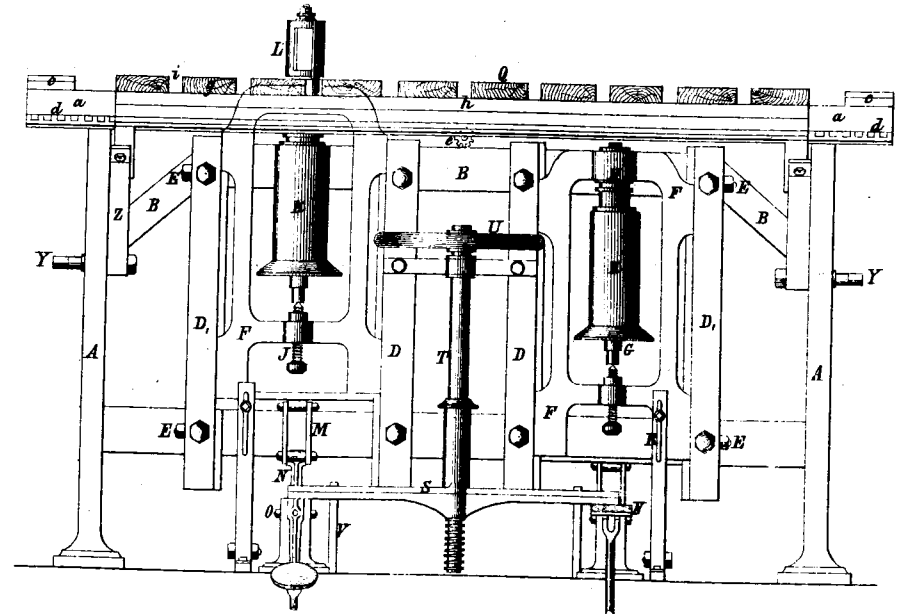


Fig. 11.

$\frac{1}{2}$  der Naturgrösse.

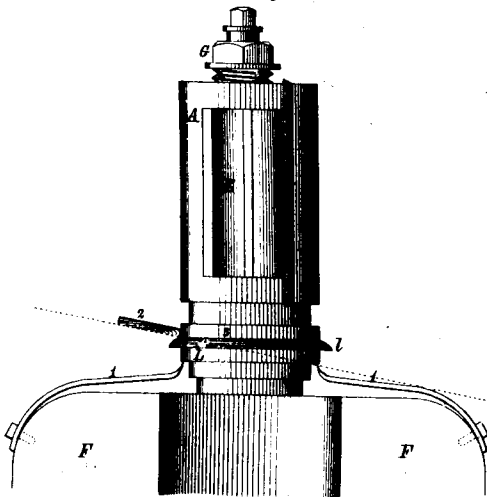
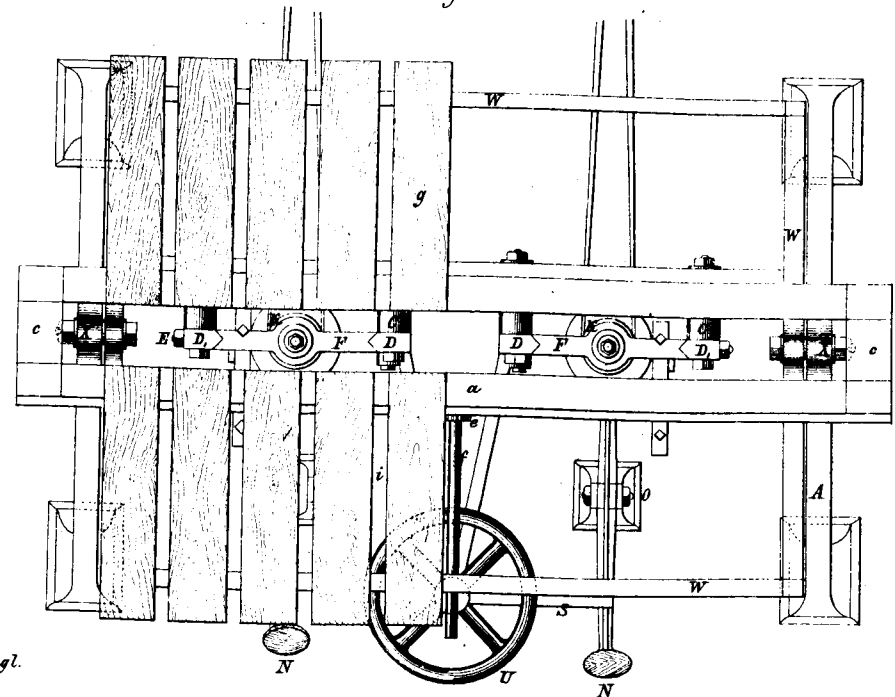


Fig. 10.



Maaßstab zu Fig. 8, 9 und 10.

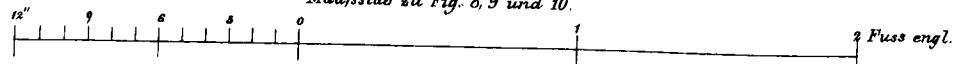


Fig. 1.

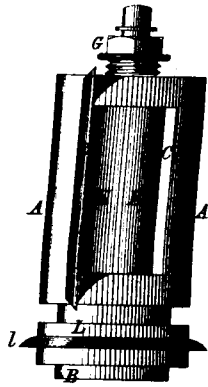


Fig. 3.

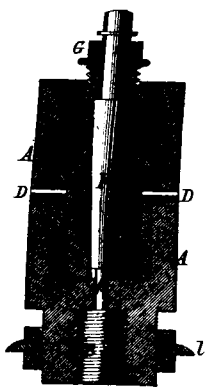


Fig. 5.

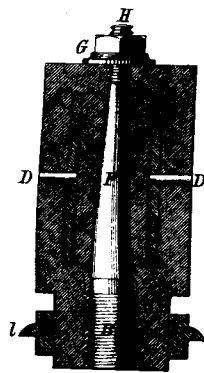


Fig. 6.

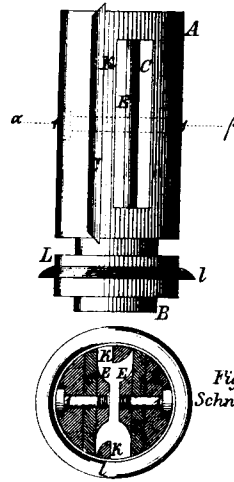


Fig. 7.  
Schnitt nach  $\alpha$   $\beta$

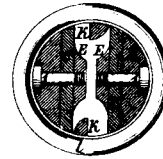


Fig. 12.

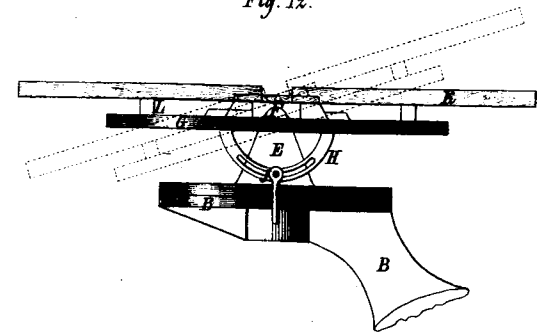


Fig. 13.

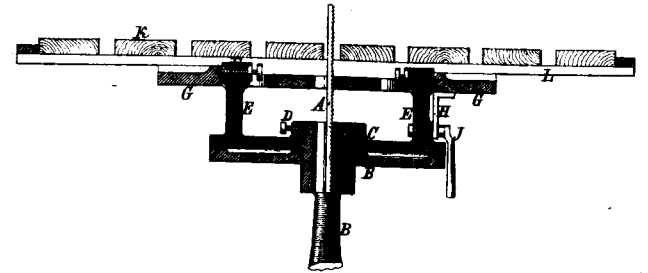


Fig. 14.

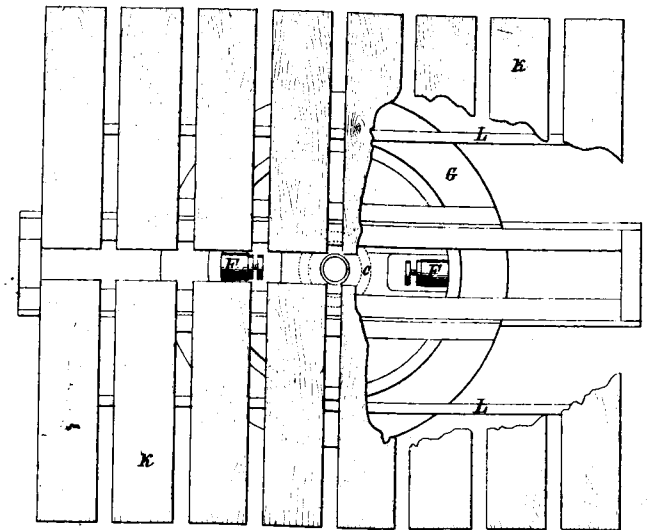


Fig. 2.

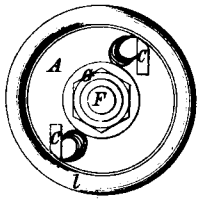


Fig. 4.

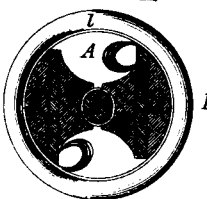


Fig. 16.

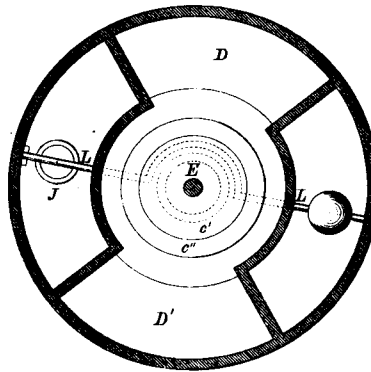
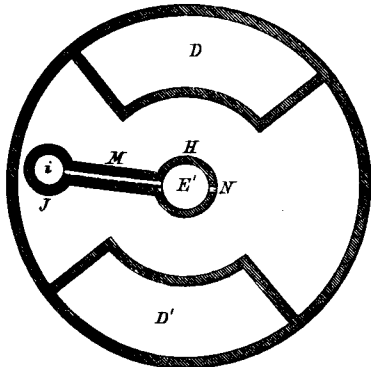
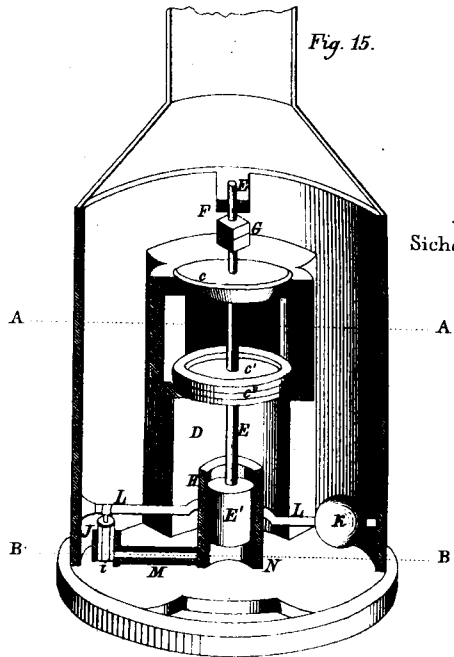


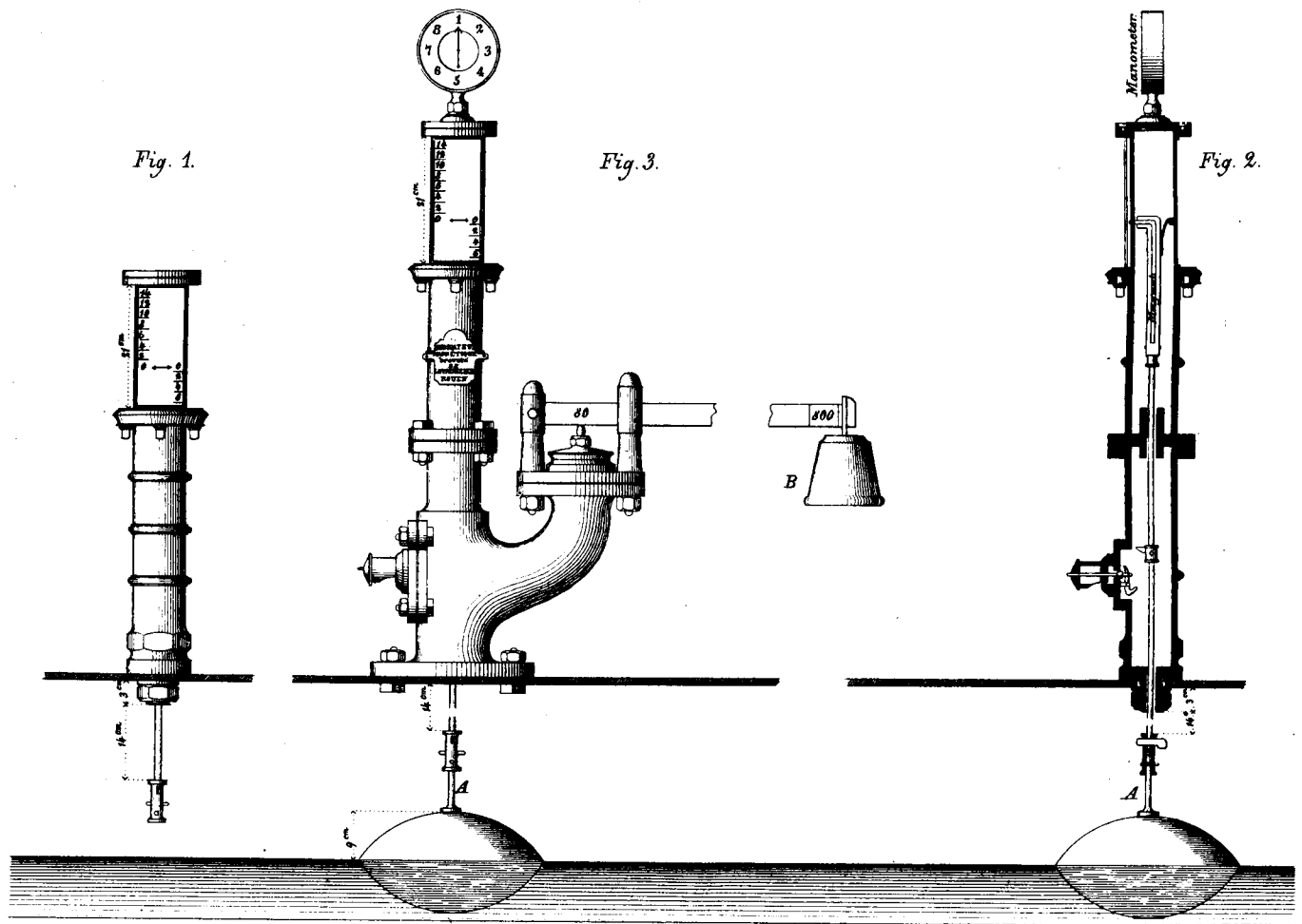
Fig. 17.



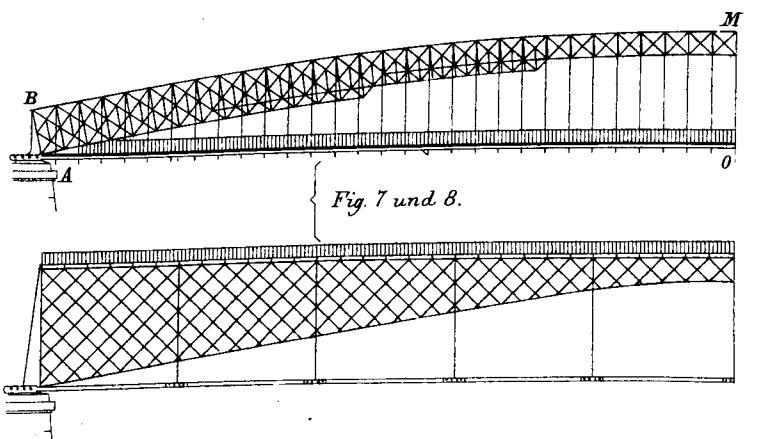
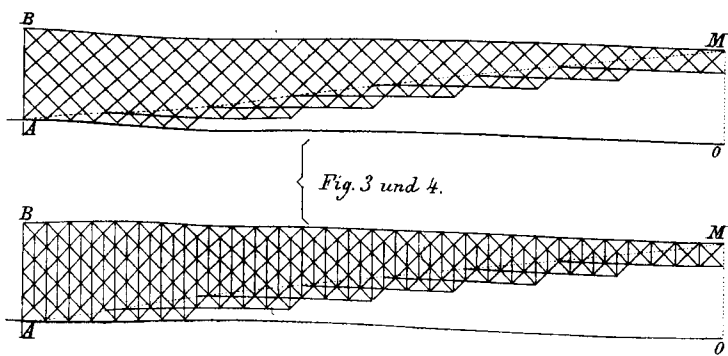
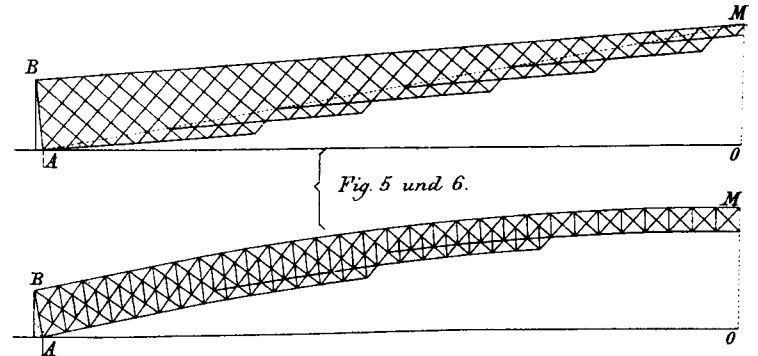
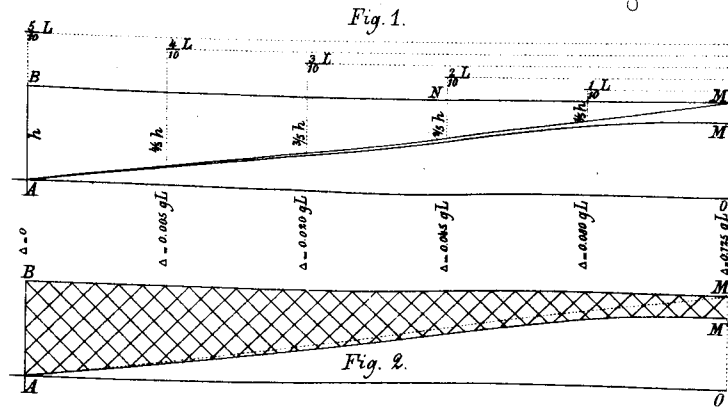
Amerikanisches  
Sicherheitsventil, von Day  
(Fig. 15-17.)







Gitter-Brückenträger von gleichem Widerstand, v. J. Langer



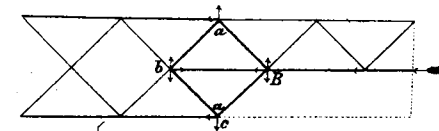


Fig. 14.

